

Praxisleitfaden



Schalltechnik in der Landwirtschaft



VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

PRAXISLEITFADEN

Schalltechnik in der Landwirtschaft

Forum Schall



lebensministerium.at



REPORT
REP-0409

Wien 2013

Autoren

Michael Kropsch, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Christoph Lechner, Vorsitzender Forum Schall

MitarbeiterInnen Forum Schall

Jürgen Fauland, Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Helfried Gartner, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft

Manfred Gehrler, Amt der Vorarlberger Landesregierung

Roland Gogl, Amt der Tiroler Landesregierung

Wolfgang Gruber, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung

Ewald Holzer, Amt der Kärntner Landesregierung

Harald Mayr, Magistrat der Stadt Linz

Johann Ofner, Magistrat der Stadt Graz

Roman Ortner, Umweltbundesamt

Josef Pröstler, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

Harald Schlemitz, Magistrat der Stadt Klagenfurt

Stefan Siegele, Magistrat der Stadt Innsbruck

Werner Talasch, Amt der Wiener Landesregierung

Wolfgang Trattler, Amt der Salzburger Landesregierung

Hans Trettler, Amt der Burgenländischen Landesregierung

Thomas Zeh, Magistrat der Stadt St. Pölten

MitarbeiterInnen LFZ Raumberg-Gumpenstein

Sigrid Brettschuh

Bernhard Rudorfer

Daniela Vockenhuber

Eduard Zentner

Fachbeiträge zur Tierethologie

Johann Gasteiner, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Irene Mösenbacher-Molterer, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Knut Niehbur, Vet. Med. Universität Wien

Elfriede Ofner-Schröck, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Lektorat

Maria Deweis, Umweltbundesamt

Layout

Elisabeth Riss, Umweltbundesamt

Umschlagfoto

© S. Keiblinger (Lehr und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein)

Die Arbeitsgruppe Forum Schall wird von Lebensministerium und Umweltbundesamt gefördert.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung, gedruckt auf CO₂-neutralem 100 % Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2013

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-213-7

VORWORT

Lärm hat sich zu einem ständigen Begleiter des in der technisierten Welt lebenden Menschen entwickelt. Bekanntermaßen sind Straßen-, Schienen- und Flugverkehr sowie Gewerbebetriebe häufig Quellen störender Lärmimmissionen. Land- und forstwirtschaftliche Betriebe standen in diesem Zusammenhang lange Zeit wenig im Blickfeld des öffentlichen Interesses – dies hat sich jedoch zunehmend geändert.

Um dem aktuellen Trend Rechnung zu tragen und der österreichischen Landwirtschaft in diesem Bereich beratend zur Seite stehen zu können, wurde vom Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein das Projekt *Praxisleitfaden Landwirtschaft* initiiert.

In Kooperation mit der Abteilung V/5 des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und dem Forum Schall wurde eine umfassende Anleitung für die schalltechnische Praxis in der Landwirtschaft erstellt, die wichtige Grundlagen für die vorausschauende Lärmbekämpfung beinhaltet.

ZUSAMMENFASSUNG

Inhalt des Leitfadens

Das vorliegende Kompendium beschränkt sich auf die schall- und lärmtechnische Beschreibung und Planung von landwirtschaftlichen Betrieben (insbesondere in Verbindung mit Stallhaltung von Nutztieren) unter der Voraussetzung einer guten landwirtschaftlichen Praxis. Emissionen von Tieren in Freilandhaltung, auf Weiden und Arbeitstätigkeiten auf landwirtschaftlichen Flächen außerhalb der Hofstellen unterliegen nicht der gegenständlichen Betrachtung. Schalltechnische Besonderheiten der landwirtschaftlichen Praxis (z. B. unregelmäßige Emissionsmuster von Nutztieren) finden besondere Berücksichtigung.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Gesamtheit der im vorliegenden Leitfaden abgehandelten landwirtschaftlichen Lärmquellen keinesfalls eine obligatorische Beurteilung aller Quellen im Zuge eines Bauverfahrens impliziert. Vielmehr ist es Aufgabe der befassen Behörde, den Sachverständigen das konkrete Beweisthema vorzugeben. Ergänzende Aspekte aufzuzeigen ist Aufgabe der Sachverständigen.

Zur schalltechnischen Beurteilung landwirtschaftlicher Betriebe stehen mit diesem Leitfaden erstmals Emissionsdaten von

- landwirtschaftlichen Kraftfahrzeugen (Traktoren und Hoftrac)
- in der Landwirtschaft zum Einsatz kommenden Maschinen, technischen Geräten und Arbeitsvorgängen (Melkstand, Kühlanlage, Getreidequetsche, Ganzkornmühle, Gebläsemühle, Maismühle, Mischanlage, Lüftungsanlage, Fütterungsanlage, Futtermischwagen, Elevator, Tauchmotorrührwerk, Dickstoffgülepumpe, Gülemixen und Befüllung des Güleffasses)
- Nutztieren (Rinder, Schweine, Hühner, Puten, Gänse, Pferde, Schafe und Ziegen) unter Berücksichtigung der jeweiligen Nutzungsrichtungen

zur Verfügung.

DANKSAGUNG

Wir möchten uns an erster Stelle bei den LandwirtInnen bedanken, bei denen die Messungen durchgeführt werden konnten. Ohne deren Bereitschaft, schalltechnische Erhebungen in ihren Stallungen durchführen zu lassen, hätte die Fülle an Emissionsdaten nicht generiert werden können.

Ein herzliches Dankeschön in diesem Zusammenhang auch der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark, der Abteilung 10 Land- und Forstwirtschaft des Amtes der Kärntner Landesregierung, dem Landesverband der Geflügelwirtschaft Oberösterreich sowie dem Niederösterreichischen Landeszuchtverband für Schafe und Ziegen für die Kontaktherstellung zu zahlreichen Betrieben.

Des Weiteren gilt unser Dank der Firma Ziehl-Abegg AG, Deutschland. Im kombinierten Luft- und Geräuschprüfstand des betriebseigenen Technologiezentrums InVent in Künzelsau konnten durch das LFZ Raumberg-Gumpenstein zahlreiche Messungen zur Abstrahlcharakteristik von landwirtschaftlichen Abluftkaminen durchgeführt und diesbezüglich neue Erkenntnisse gewonnen werden.

INHALT

VORWORT	1
ZUSAMMENFASSUNG	4
DANKSAGUNG	5
1 EINLEITUNG	11
2 ERFORDERLICHE UNTERLAGEN	13
2.1 Umfang der erforderlichen Unterlagen	13
2.2 Konkrete schalltechnische Unterlagen	13
2.2.1 Landwirtschaftlicher Verkehr	14
2.2.2 Maschinen und Technik	14
2.2.3 Nutztiere	15
3 EMISSIONSGRUPPEN	16
3.1 Allgemeines	16
3.2 Landwirtschaftlicher Verkehr	16
3.2.1 Übersicht Datenquellen	16
3.2.2 Emissionsansatz	17
3.2.3 Modellbildung	18
3.2.4 Berechnungsbeispiele landwirtschaftlicher Verkehr	19
3.3 Maschinen und Technik	21
3.3.1 Übersicht Datenquellen	21
3.3.2 Emissionsansatz	22
3.3.3 Modellbildung	23
3.3.4 Berechnungsbeispiel Maschinen und Technik	24
3.4 Nutztiere	26
3.4.1 Übersicht Datenquellen	26
3.4.2 Vorbemerkung	27
3.4.3 Gewichteter Emissionsansatz	28
3.4.4 Emissionsansatz Rinder	28
3.4.5 Emissionsansatz Schweine	29
3.4.6 Emissionsansatz Geflügel	30
3.4.7 Emissionsansatz Pferde	32
3.4.8 Emissionsansatz kleine Wiederkäuer (Schafe und Ziegen)	33
3.4.9 Arbeitsbeginn vor 6 Uhr morgens – lauteste Nachtstunde	34
3.4.10 Modellbildung	35
3.4.11 Berechnungsbeispiel Nutztiere	35
4 RAUMAKUSTIK	37
4.1 Allgemeines	37
4.2 Begriffe und Anforderungen	37

4.3	Maßnahmen in Stallungen	40
4.4	Schallabsorption durch Tiere	40
5	ERMITTLUNG DES STALLINNENPEGELS	42
5.1	Allgemeines	42
5.2	Schalltechnische Erhebungen	42
5.2.1	Messpunkte	42
5.2.2	Messparameter	42
5.2.3	Auswertung	43
5.3	Berechnung für Immissionsprognosen	43
6	SCHALLABSTRAHLUNG DER AUSSENBAUTEILE UND ÖFFNUNGEN	44
6.1	Allgemeines	44
6.2	Berechnung der abgestrahlten Schallleistung	44
6.3	Schalldämmung der Außenbauteile	46
6.3.1	Einschalige Bauteile (Wände und Decken)	46
6.3.2	Fenster und Türen	47
6.4	Maßnahmen zur Verringerung der Schallabstrahlung	47
7	LÜFTUNGSANLAGEN	49
7.1	Allgemeines	49
7.1.1	Aufgaben	49
7.1.2	Zwangslüftung	49
7.1.3	1. Tierhaltungsverordnung	51
7.1.4	Trocknungsanlagen	51
7.2	Schallemission von Ventilatoren	51
7.2.1	Kenndaten	51
7.2.2	Lufraten	52
7.2.3	Richtwirkung von Abluftkaminen	53
7.2.4	Modellbildung	54
7.2.5	Berechnungsbeispiel Abluftkamin	54
7.3	Maßnahmen	59
8	TIERISCHE SCHALLEMISSIONEN UNTER ETHOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN	60
8.1	Allgemeines	60
8.2	Verhalten und Lautäußerung	60
8.3	Rinder	61
8.4	Schweine	63
8.5	Schafe und Ziegen (kleine Wiederkäuer)	65
8.6	Pferde	66
8.7	Geflügel	69

9	LITERATURVEZEICHNIS	71
9.1	Schalltechnik	71
9.2	Nutztierwissenschaft/Ethologie	72
9.3	Weiterführende Literatur	75
10	ÜBERSICHT DER FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN	77

1 EINLEITUNG

Das Forum Schall wurde ursprünglich als Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung von Umweltmessdaten – schalltechnische Messungen und Berechnungen“ ins Leben gerufen. Es hat sich gezeigt, dass über die Qualitätssicherung hinaus in den Dienststellen der Verwaltung die Harmonisierung der schall- und lärmtechnischen Beurteilung erwünscht und notwendig ist. Neben der Durchführung und Auswertung von zahlreichen Ringversuchen wurden in diesem Sinne daher auch weitere Publikationen erstellt, wie z. B. die „Lärmschutzrichtlinie für Veranstaltungen“, „Begrenzung der Schallemission durch Musikanlagen“ oder „Schallemissionen von Betriebstypen und Flächenwidmung“.

Lärm wird zunehmend als Umweltproblem wahrgenommen. Im Rahmen der Erhebungen zum Mikrozensus 2007 (STATISTIK AUSTRIA 2009) gaben die Befragten ihre Einschätzung der Umweltqualität in Österreich ab (siehe Abbildung 1).

Forum Schall

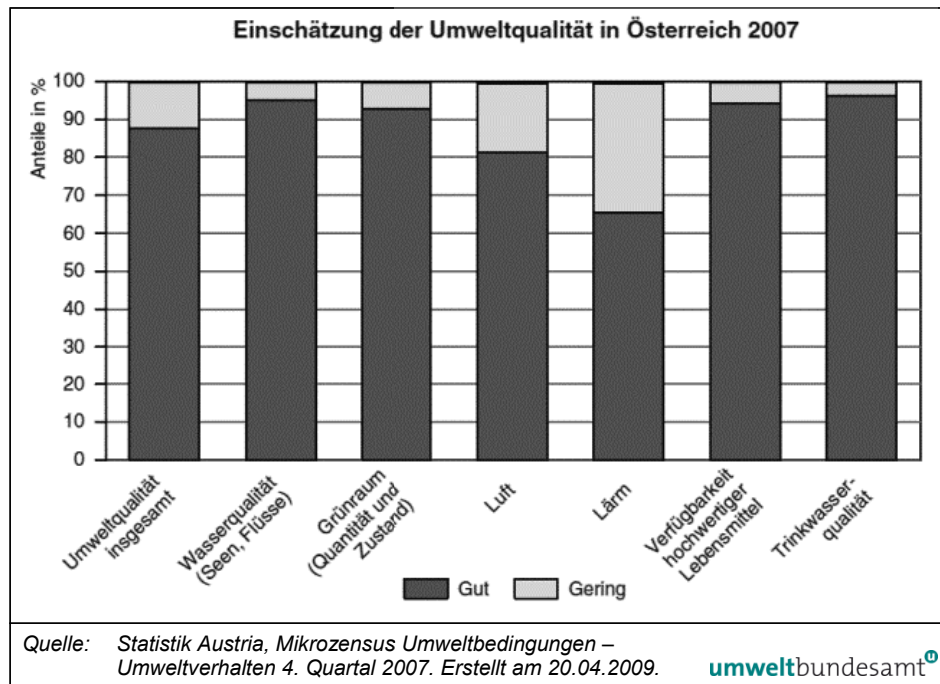


Abbildung 1: Einschätzung der Umweltqualität in Österreich.

Zu beurteilen waren die Kategorien Wasserqualität, Grünraum, Luft, Lärm, Verfügbarkeit hochwertiger Lebensmittel sowie die Trinkwasserqualität. Die Qualität der Lärmsituation befanden lediglich 65,5 % der Österreicherinnen und Österreicher als gut, von 34,5 % wurde sie als gering eingestuft – in keiner anderen Gruppe fanden sich ähnlich hohe Negativangaben.

Unzufriedenheit mit Lärmsituation

In diesem Zusammenhang geraten zunehmend auch landwirtschaftliche Betriebe in Österreich als potenzielle Emittenten von Geräuschen und Verursacher von Lärm in das Blickfeld des öffentlichen Interesses. Dies betrifft sowohl den Bereich der Nutztierhaltung als auch technische Anlagen und den landwirtschaftlichen Verkehr. Vor allem im Bereich der Nutztierhaltung fehlten bisher profunde und durch Messreihen abgesicherte Basisdaten zu Geräuschemissionen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Haltungsformen.

Lärmemissionen aus der Landwirtschaft

**Lärmbeurteilung im
Bauverfahren**

Dieses gesteigerte Interesse zeigt sich auch im verwaltungsrechtlichen Bereich. Die Fachabteilung 13A des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung richtete im Jahr 2002 den sogenannten „Tierhaltungserlass“ an die Gemeindeorgane als zuständige Baubehörden. Dieser Erlass enthält Empfehlungen für die Abwicklung von Bauverfahren im landwirtschaftlichen Bereich, um Verfahrensmängel zu vermeiden. Hervorgehoben sei diesbezüglich die Forderung, im Zusammenhang mit Tierhaltung neben dem bautechnischen unter anderem auch ein lärmtechnisches Gutachten einzuholen. Zunehmend werden auch in anderen Bundesländern schalltechnische Gutachten für landwirtschaftliche Bauvorhaben gefordert.

Ziele des Leitfadens

Der vorliegende Praxisleitfaden Landwirtschaft richtet sich an schalltechnische Sachverständige und liefert einen Beitrag zu einer österreichweit harmonisierten, praxisgerechten Bearbeitung von Lärmproblemen in der Landwirtschaft. Er ist in erster Linie als Informations- und Datengrundlage gedacht und kann den konkreten Planungs- und Beurteilungsvorgang nicht ersetzen.

Einleitend erläutert Kapitel 2, welche Unterlagen für eine schalltechnische Beurteilung üblicherweise erforderlich sind; Basisdaten für die Emissionsmodellierung aller wesentlichen landwirtschaftlichen Schallquellen (inklusive Beispielrechnungen) finden sich in Kapitel 3. Die Kapitel 4 bis 6 liefern Hintergrundinformationen zur Raumakustik, geben Anleitung zur Ermittlung des Stallinnenpegels und legen den Einfluss der Richtwirkung auf die Schallabstrahlung sowie Schalldämm-Maße für Fenster und Türen dar. Auf Grund der hohen Bedeutung von Lüftungssystemen in der landwirtschaftlichen Praxis befasst sich ein eigener Abschnitt (Kapitel 7) mit dieser Thematik. Abgerundet wird der vorliegende Leitfaden mit einem fundierten Überblick zu tierischen Schallemissionen unter ethologischen Gesichtspunkten (Kapitel 8). Dem Sachverständigen erschließen sich dadurch die typischen, artspezifischen Verhaltensmuster der unterschiedlichen Nutztiergruppen - im Detail wird erläutert, in welchen Situationen mit welcher Intensität von tierischen Geräuschemissionen zu rechnen ist.

2 ERFORDERLICHE UNTERLAGEN

2.1 Umfang der erforderlichen Unterlagen

Gemäß den baurechtlichen Vorschriften der einzelnen Bundesländer sind dem Ansuchen um eine baubehördliche Bewilligung entsprechende Unterlagen anzuschließen. Der Umfang der notwendigen Unterlagen kann dabei höchst unterschiedlich sein, da er von der jeweils anzuwendenden Bauvorschrift einerseits und der konkreten Fragestellung der Behörde andererseits abhängt.

Das Vorhandensein potenzieller Lärmquellen in landwirtschaftlichen Betrieben mit tierischer Produktion steht in engem Zusammenhang mit der jeweiligen Produktionsrichtung. Die jeweilige Nutztiergruppe und die Anzahl der Tiere bestimmen weitestgehend den Bedarf und die Einsatzstärken von landwirtschaftlichen Kraftfahrzeugen, Maschinen und technischen Geräten. Darüber hinaus stellt die Nutzungsrichtung (Mast, Zucht, gemischt etc.) einen weiteren Faktor für die Wahl des Emissionsansatzes dar.

***Lärmemission
abhängig von
Produktionsrichtung***

Um eine Immissionsberechnung eines landwirtschaftlichen Betriebes durchführen zu können, hat der Projektwerber/die Projektwerberin vollständige Unterlagen zu sämtlichen zu beurteilenden lärmrelevanten Bereichen zur Verfügung zu stellen: landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge, Maschinen, Stalltechnik und Nutztiergruppe(n).

2.2 Konkrete schalltechnische Unterlagen

Allgemeine Angaben, beispielsweise zur Nutzungsrichtung, zur Lage des Betriebes und zu Betriebszeiten sind unerlässlich für die Erstellung schalltechnischer Beurteilungen. Des Weiteren sind, den jeweiligen gesetzlichen Vorschriften entsprechend, folgende Unterlagen erforderlich:

***erforderliche
Unterlagen***

- Betriebsbeschreibung
- Einreichplan, Grundrisse und Schnitte (maßstabsgerecht)
- Lageplan mit angrenzender Nachbarschaft (maßstabsgerecht)
- Lokalisation der Geräte und Maschinen

Bezug nehmend auf die unterschiedlichen Geräuschquellen eines landwirtschaftlichen Betriebes lassen sich die potenziellen Emittenten in drei Gruppen gliedern. Nachstehend folgen eine Formulierung dieser Emissionsgruppen sowie der entsprechenden Projektunterlagen.

2.2.1 Landwirtschaftlicher Verkehr

Zur Emissionsgruppe *Landwirtschaftlicher Verkehr* zählen betriebseigene, selbstfahrende Kraftfahrzeuge wie Lkw, Traktoren, Motorkarren, Hoflader, Motormäher etc. Ebenso sind betriebsfremde Fahrzeuge (Lkw, Traktoren etc.) – etwa zur Anlieferung von Tieren, Futtermitteln oder zur Ausbringung von Gülle – dieser Gruppe zuzuordnen. Zusätzlich zu den allgemeinen Unterlagen (siehe Kapitel 2.2) können folgende Angaben zu den jeweiligen betriebseigenen und betriebsfremden Kraftfahrzeugen je nach Aufgabenstellung für eine schalltechnische Beurteilung erforderlich sein:

Angaben zu den Kfz

- Aufstellung sämtlicher zum Betrieb vorgesehener Kraftfahrzeuge,
- Einsatzzweck (Fütterung, Entmistung, Anlieferung von Tieren, Tierkörperverwertung etc.),
- Einsatzhäufigkeit, Bewegungszahlen, Einsatzzeiten, Einsatzdauer,
- Einsatzorte bzw. -bereiche und Fahrwege (in Lageplan verzeichnet),
- schalltechnische Angaben (Schallleistungspegel oder Schalldruckpegel bei definierten Messbedingungen) aus Bedienungsanleitung, Konformitätserklärung, Prospekt oder Ähnlichem.

2.2.2 Maschinen und Technik

Zur Emissionsgruppe *Maschinen und Technik* zählen beispielsweise Mühl-, Mahl- und Mischanlagen, Quetschen (Hafer-, Getreide-), Fütterungsanlagen, Elevatoren, Güllemixer, Melkanlagen, Anlagen zur Milchkühlung, zur Heutrocknung (Heubelüftung), Kompressoren, Ventilatoren etc. Folgende Angaben können je nach Aufgabenstellung erforderlich sein:

Angaben zu den Maschinen

- Aufstellung sämtlicher zum Betrieb vorgesehener landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte,
- Einsatzzweck (bei Kompressoren, Quetschen, Ventilatoren etc.),
- Einsatzhäufigkeit, Einsatzzeiten, Einsatzdauer,
- Einsatzorte bzw. -bereiche (in Lageplan verzeichnet),
- schalltechnische Angaben (Schallleistungspegel oder Schalldruckpegel bei definierten Messbedingungen) zu den einzelnen Maschinen und Geräten aus Bedienungsanleitung, technischem Datenblatt, Prospekt oder Ähnlichem,
- Beschreibung der geplanten Maßnahmen zur Lärminderung.

Unter Kapitel 7 erfolgt eine gesonderte Betrachtung von Ventilatoren als Emissionsquelle – auf die erforderlichen Unterlagen für eine schalltechnische Beurteilung wird hingewiesen.

2.2.3 Nutztiere

Zur Emissionsgruppe *Nutztiere* zählen die im landwirtschaftlichen Betrieb vorkommenden Nutztiergruppen wie Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, Pferde und Geflügel. Bei einer Nutztierhaltung können folgende Angaben, je nach Aufgabenstellung, erforderlich sein:

- gehaltene Tierart(en),
- Nutzungsrichtung (Mast, Zucht, ...),
- Anzahl der Tiere je Nutzungsrichtung (inkl. Verteilung auf Stallabteile),
- Art der Fütterung (ad libitum oder rationiert, Automatisierung),
- Häufigkeit und Dauer der Fütterung (Anzahl der Fütterungsperioden pro Tag), Fütterungszeiten,
- Be- und Entladebereiche für den Transport von Tieren (Jungtieranlieferung, ...),
- Dauer und Häufigkeit von Be- und Entladungen.

Angaben zu den Nutztieren

Für die Beurteilung von Hofstellen ist es auch erforderlich, einen Plan sämtlicher Emissionsquellen mit Lage und Höhe sowie der relevanten Nachbarschaftsbereiche bereitzustellen.

Weitere Ausführungen zur detaillierten Zusammenstellung notwendiger schalltechnischer Unterlagen enthält das Merkblatt „Anforderungen an schalltechnische Angaben in Einreichprojekten“, welches zum Download bereitsteht unter http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/laerm/forum_schall/downloads/UFS0324.pdf

3 EMISSIONSGRUPPEN

3.1 Allgemeines

Entsprechend der unter Kapitel 2.2 erfolgten Gliederung von landwirtschaftlichen Lärmemittenten folgt untenstehend eine detaillierte Charakterisierung der einzelnen Emissionsgruppen. Die vorgenommene Einteilung orientiert sich an den wesentlichen innenwirtschaftlichen Bereichen landwirtschaftlicher Tätigkeiten; diese stellen die häufigsten Quellen potenziell störender Schallimmissionen dar.

3.2 Landwirtschaftlicher Verkehr

Das wesentliche Merkmal dieser Gruppe besteht in der selbstfahrenden bzw. motorgetriebenen Eigenschaft der Fahrzeuge. Sowohl die betriebseigenen als auch die für bestimmte Arbeitsabläufe erforderlichen betriebsfremden Kraftfahrzeuge sind hierzu zu zählen und gegebenenfalls in eine Beurteilung mit einzu-beziehen.

3.2.1 Übersicht Datenquellen

Für selbstfahrende, landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge liefern zum Teil EG-Konformitätserklärungen (Kfz jüngerer Herstelldatums) und Zulassungsbescheinigungen Informationen zu Betriebsgeräuschen (Fahrgeräusch und Standgeräusch) gemäß RL 2009/63/EG.

**Emissionswerte aus
der Zulassung oft
nicht verfügbar**

Da in der landwirtschaftlichen Praxis jedoch auch Traktoren und Hoflader älteren Baujahrs eingesetzt werden und die zitierten Quellen kaum Basisinformationen (Schallleistungspegel) für Emissionsmodelle zur Verfügung stellen, gestaltet sich die Beschaffung schalltechnischer Kenndaten mitunter schwierig.

Eine Möglichkeit stellt in diesem Zusammenhang die normengemäße Ermittlung der Geräuschemissionen für Arbeitsvorgänge und Vorbeifahrten dar.

Um einen Überblick zu erhalten, in welchem Größenordnungsbereich Schall-emissionen von „typischen“ selbstfahrenden landwirtschaftlichen Kraftfahrzeugen liegen, wurden Maschinen unterschiedlicher Bauart, unterschiedlicher Hersteller, unterschiedlichen Baujahres und unterschiedlicher Nennleistung in einer Messkampagne erfasst. Die Ermittlung der Schallleistungspegel für Arbeitsvorgänge wurde gemäß ÖNORM EN ISO 3747 durchgeführt, Emissionsdaten für Vorbeifahrten wurden gemäß RL 2009/63/EG generiert.

Eine Übersicht über Art, Baujahr und Nennleistung der gemessenen Kraftfahrzeuge liefert die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 1: Baujahr, Nennleistung und Fahrgeräuschpegel der erfassten Kraftfahrzeuge, nach Nennleistung sortiert.

	Messobjekt	Baujahr	Nennleistung	Fahrgeräuschpegel aus Zulassungsschein
1	Hoflader	2006	25 kW	keine Angabe
2	Traktor	1976	29 kW	87 dB
3	Traktor	1983	35 kW	84 dB
4	Traktor	1990	41 kW	82 dB
5	Traktor	1997	44 kW	keine Angabe
6	Traktor	1986	47 kW	85 dB
7	Traktor	1990	47 kW	84 dB
8	Traktor	1994	47 kW	84 dB
9	Traktor	1983	51 kW	86 dB
10	Traktor	1983	51 kW	83 dB
11	Hoflader	1995	51 kW	keine Angabe
12	Traktor	2001	55 kW	85 dB
13	Traktor	2001	72 kW	84 dB
14	Traktor	2008	73 kW	89 dB
15	Traktor	2009	84 kW	88 dB
16	Traktor	2004	101 kW	82 dB

3.2.2 Emissionsansatz

Insgesamt wurden 16 Traktoren (inkl. zwei Hoflader) mit Baujahren zwischen 1976 und 2009 und einem Nennleistungsspektrum von 25–101 kW, schallmess-technisch erfasst (siehe Tabelle 1).

Es zeigt sich, dass die Fahrzeugemissionen im Arbeitseinsatz und bei der Vorbeifahrt für sämtliche Messobjekte mit einer hohen Genauigkeit (Standardabweichung $\sigma = 2$ dB) bei einem Schalleistungspegel von $L_{W,A} = 99$ dB bzw. bei einem längenbezogenen Schalleistungspegel für eine Fahrbewegung pro Stunde von $L_{W',1h} = 62$ dB liegen. Die Oktavspektren gelten gleichermaßen für Traktoren und Hoflader, welche genau genommen auch unter die Kategorie Traktor fallen.

ähnliche
Schalleistungspegel

Oktavspektrum und bewertete Summenpegel für Arbeitseinsatz, Traktor:

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L_W [dB]	103,0	102,1	96,9	93,8	93,9	91,6	87,8	84,4	106,8	98,8

Z = unbewerteter Schalleistungspegel (lineares Frequenzspektrum)

A = A-bewerteter Schalleistungspegel

Oktavspektrum und bewertete Summenpegel für Vorbeifahrt, Traktor:

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W',1h}$ [dB]	65,4	64,2	60,0	57,9	56,6	54,6	49,3	44,7	69,3	61,7

Aus diesen beiden Spektren kann wegen der geringen Abweichungen ($\sigma = 1$ dB) in den einzelnen Oktavbändern ein Referenzspektrum für Traktoren gebildet werden, das sowohl für Vorbeifahrt und Arbeitseinsatz gültig ist.

Referenzspektrum Traktor in Oktavbandbreite, auf 0 dB A-bewertet normiert:

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L_W [dB]	3,9	2,9	- 1,8	- 4,4	- 5,0	- 7,2	- 11,6	- 15,7

Fahrgeschwindigkeit max. 30 km/h

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der vorliegende Leitfaden als Grundlage zur schalltechnischen Beurteilung und Planung von landwirtschaftlichen Hofstellen bzw. Betriebsgeländen dient. Dementsprechend beziehen sich die ermittelten Emissionsspektren nur auf Fahrgeschwindigkeiten bis zu 30 km/h.

Weil sich das Referenzspektrum für städtischen Verkehrslärm mit dem Referenzspektrum für Traktoren in der Vorbeifahrt weitgehend deckt (positive Abweichung lediglich im 63 Hz-Bereich), ist ein Anpassungswert für eine etwaige besondere Lästigkeit des Fahrgeräusches der Vorbeifahrt nicht gerechtfertigt.

Lärmarme landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge

Die Fahrgeräuschpegel aus den Zulassungsbescheinigungen der gemessenen landwirtschaftlichen Kraftfahrzeuge (siehe Tabelle 1) wurden in Beziehung zu den ermittelten Schallleistungspegeln im Arbeitseinsatz ($L_{W,A}$) und zum längenbezogenen Schallleistungspegel für eine Fahrbewegung pro Stunde ($L_{WA',1h}$) gesetzt.

Mit einer Standardabweichung von $\sigma = 2$ dB zeigt sich folgender Zusammenhang:

$$L_{W,A} \text{ (Arbeitsvorgang)} = \text{Fahrgeräuschpegel} + 14 \text{ dB}$$

$$L_{WA',1h} \text{ (Vorbeifahrt)} = \text{Fahrgeräuschpegel} - 23 \text{ dB}$$

Kommen im konkreten Beurteilungsfall leisere landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge mit weniger als 83 dB Fahrgeräuschpegel zum Einsatz, so kann diesen mit den oben angeführten Beziehungen im Emissionsmodell Rechnung getragen werden. Bei der Darstellung der Modellierungsergebnisse sollte auf diesen Umstand hingewiesen werden.

3.2.3 Modellbildung

Die Modellierung von landwirtschaftlichen Kraftfahrzeugen als Schallquellen in Lärmberechnungsprogrammen kann wie folgt vorgenommen werden:

Arbeitseinsatz

- Bildung einer Flächenschallquelle entsprechend der Lage (laut Plan) und Größe des Arbeitsbereiches des zu modellierenden landwirtschaftlichen Kraftfahrzeuges;
- Wahl der Emissionshöhe mit 1 m über Boden für die Flächenschallquelle;

- Belegung der Flächenschallquelle mit dem A-bewerteten Schalleistungspegel $L_{W,A} = 99 \text{ dB}$ (siehe Kapitel 3.2.2, Tabelle Oktavspektrum Arbeitseinsatz) oder aus der Berechnung des $L_{W,A} \text{ (Arbeitsvorgang)}$ für lärmarme landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge, wie oben beschrieben;
- allenfalls Anbringung einer Korrektur für die Einsatzdauer der Kraftfahrzeuge bzw. der Anzahl der Kraftfahrzeuge im Arbeitsbereich unter Berücksichtigung des anzuwendenden Beurteilungszeitraumes;
- Schallemission mit dem generellen Anpassungswert von + 5 dB versehen;
- Durchführung der Ausbreitungsrechnung mit dem Referenzspektrum für Traktoren (siehe Kapitel 3.2.2, Tabelle Referenzspektrum Traktor).

Vorbeifahrt

- Bildung einer Linienschallquelle entsprechend der Lage und der Länge des Arbeitsweges des zu modellierenden landwirtschaftlichen Kraftfahrzeuges (laut Plan);
- Wahl der Emissionshöhe mit 1 m über Boden für die Linienschallquelle;
- Belegung der Linienschallquelle, unter Einbeziehung der Fahrhäufigkeit, mit dem A-bewerteten längenbezogenen Schalleistungspegel für eine Fahrbewegung pro Stunde mit $L_{WA',1h} = 62 \text{ dB}$ (siehe Kapitel 3.2.2, Tabelle Oktavspektrum Vorbeifahrt) bzw. aus Berechnung des $L_{WA',1h} \text{ (Vorbeifahrt)}$ für lärmarme landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge, wie oben beschrieben;
- Durchführung der Ausbreitungsrechnung mit dem Referenzspektrum für Traktoren (siehe Kapitel 3.2.2, Tabelle Referenzspektrum Traktor).

Hinweis: Nach der Beurteilungsgrundlage ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 ist ein Anpassungswert für das Geräusch einer Vorbeifahrt dann nicht erforderlich, wenn die Fahrbewegung jener Charakteristik entspricht, wie sie dem normalen Vorbeifahrtsgeräusch, wie auf öffentlichen Straßen vorkommend, entspricht.

3.2.4 Berechnungsbeispiele landwirtschaftlicher Verkehr

3.2.4.1 Arbeitseinsatz

gegeben:

- 2 Traktoren, je 101 kW Leistung
- Fahrgeräuschpegel = 82 dB (lt. Zulassungsschein)
- Baujahr 2004

gesucht:

- Ermittlung des flächenbezogenen Schalleistungspegels $L_{W,A'',r}$, bezogen auf einen 2-stündigen Arbeitseinsatz von zwei Traktoren im Beurteilungszeitraum Tag auf einer Bearbeitungsfläche von 1.000 m^2

1. für lärmarme landw. Kfz: $L_{W,A} \text{ (Arbeitsvorgang)} = \text{Fahrgeräuschpegel} + 14 \text{ dB}$

$$L_{W,A} \text{ (Arbeitsvorgang)} = 82 \text{ dB} + 14 \text{ dB}$$

$$L_{W,A} \text{ (Arbeitsvorgang)} = 96 \text{ dB}$$

2. Ermittlung des flächenbezogenen Schallleistungspegels

$$L_{WA}'' = L_{W,A} - 10 * \log\left(\frac{S}{S_0}\right)$$

$$L_{WA}'' = 96 - 10 * \log(1000)$$

$$L_{WA}'' = \mathbf{66 \text{ dB}}$$

3. L_{WA}'' bei Bearbeitung der Fläche durch 2 Traktoren = **69 dB**

4. Berücksichtigung der Einsatzzeit:

$$L_{WA}'',_{13h} = L_{WA}''$$

(durchgehender Betrieb, Beurteilungszeitraum Tag)

$$L_{WA}'',_{2h} = L_{WA}'',_{13h} + 10 * \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$$

$$L_{WA}'',_{2h} = 69 + 10 * \log\left(\frac{2}{13}\right)$$

$$L_{WA}'',_{2h} = \mathbf{61 \text{ dB}}$$

5. Emission mit dem generellen Anpassungswert von + 5 dB versehen

$$L_{WA}'',_r = \mathbf{66 \text{ dB}}$$

6. auf Basis des ermittelten Emissionsansatzes ($L_{WA}'',_r$) sowie des Referenzspektrums für Traktoren (siehe Kapitel 3.2.2, Tabelle Referenzspektrum Traktor) Ausbreitungsrechnung für eine Emissionshöhe von 1 m durchführen

3.2.4.2 Vorbeifahrt

gegeben:

- Traktor, Leistung = 101 kW
- Fahrgeräuschpegel = 82 dB (lt. Zulassungsschein)
- Baujahr 2004

gesucht:

- Ermittlung des längenbezogenen Schallleistungspegels $L_{WA}',_r$ für 76 Fahrbewegungen auf einer 180 m langen Strecke im Beurteilungszeitraum Tag

1. für lärmarme landw. Kfz: $L_{WA}',_{1h \text{ (Vorbeifahrt)}} = \text{Fahrgeräuschpegel} - 23 \text{ dB}$

$$L_{WA}',_{1h \text{ (Vorbeifahrt)}} = 82 \text{ dB} - 23 \text{ dB}$$

$$L_{WA}',_{1h \text{ (Vorbeifahrt)}} = \mathbf{59 \text{ dB}}$$

2. Umrechnung der 76 Fahrbewegungen in 13 h auf die Anzahl der Fahrbewegungen in 1 h

$$n = \left(\frac{76}{13} \right)$$

$$n = 5,8$$

3. Berechnung des L_{WA}' als Basis für Emissionsmodell

$$L_{WA}' = 59 + 10 * \log(5,8)$$

$$L_{WA}' = L_{WA',r} = 66,6 \text{ dB}$$

4. auf Basis des ermittelten Emissionsansatzes ($L_{WA',r}$) sowie des Referenzspektrums für Traktoren (siehe Kapitel 3.2.2, Tabelle Referenzspektrum Traktor in Oktavbandbreite) Ausbreitungsrechnung für eine Emissionshöhe von 1 m durchführen

3.3 Maschinen und Technik

Diese Emissionsgruppe umfasst eine Vielzahl an geräuschemittierenden Maschinen und technischen Einrichtungen. Gemeinsam ist sämtlichen Gerätschaften, in Verbindung mit den entsprechenden Arbeitsvorgängen, die Tatsache, dass sie in der landwirtschaftlichen Praxis in unregelmäßigen Abständen – und dies oftmals nur für kurze Zeit bzw. an wenigen Tagen pro Jahr – zur Anwendung kommen. Es handelt sich hierbei selten um Schallquellen im Dauerbetrieb. Für eine konkrete Schallimmissionsprognose sind detaillierte Angaben zu Betriebszeiten und Einsatzhäufigkeit vorzulegen (siehe Kapitel 2.2.2).

**unregelmäßiger
Geräteeinsatz**

Für den vorliegenden Leitfaden wurde versucht, häufig in der Landwirtschaft in Verwendung stehende Gerätschaften – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – zu erfassen.

3.3.1 Übersicht Datenquellen

Die Gruppe der Schallemissionen von Maschinen (bzw. Arbeitsvorgängen) gliedert sich im Wesentlichen in zwei Bereiche: Gerätschaften, die im Gebäudeinneren Verwendung finden und jene, die im Freien betrieben werden.

Die Ermittlung der A-bewerteten Schalleistungspegel von Innenraum-Maschinen (Nr. 1–10 in Tabelle 2) erfolgte gemäß der unter Kapitel 5 dargestellten Vorgehensweise.

Die schallmesstechnische Erfassung von Maschinen, deren Einsatz überwiegend im Freien erfolgt (Nr. 11–17 in Tabelle 2), wurde gemäß ÖNORM EN ISO 3747 durchgeführt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der gemessenen technischen Geräte – die schalltechnische Erfassung fand jeweils während eines Arbeitsvorganges unter Last (z. B. Zerkleinern von Mais mittels Maismühle) statt.

Tabelle 2: Maschinen und Arbeitsvorgänge, die in der Emissionsgruppe Maschinen und Technik erfasst wurden.

	Maschine bzw. Arbeitsvorgang	Verwendungszweck
1	Melkstand – Vakuumpumpe (Rinder, Schafe, Ziegen)	Milchgewinnung
2	Melkstand – Pulsator (Rinder, Schafe, Ziegen)	Saugunterbrechung beim Melken
3	Milchkühlanlage	Kühlung der gewonnenen Milch
4	Getreidequetsche	Zerkleinerung von Getreide
5	Ganzkornmühle	Zerkleinerung von Getreide
6	Gebläsemühle	Zerkleinerung und Verteilung von Getreide
7	Maismühle	Zerkleinerung von Getreide (Musen)
8	Mischanlage	Mischen von Getreide zur Fütterung
9	Lüftungsanlagen	siehe Kapitel 7 dieses Leitfadens
10	Fütterungsanlage Schweine (inkl. Gebläse)	Mischung und Verteilung von Futter
11	Futtermischwagen	Mischen von Grund- und Kraftfutter
12	Elevator	Förderungseinrichtung
13	Gülemixen – Standbetrieb Traktor	Homogenisieren der Gülle
14	Tauchmotorrührwerk (Lagerstätte geschlossen)	Homogenisieren der Gülle
15	Tauchmotorrührwerk (Lagerstätte offen)	Homogenisieren der Gülle
16	Dickstoffgülepumpe	Gülletransport zu/von Lagerstätte
17	Güllefass – Vakuumpumpe	Befüllung des Güllefasses

3.3.2 Emissionsansatz

Die in Tabelle 2 gelisteten Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge wurden exemplarisch einer schallmesstechnischen Erfassung und Beurteilung unterzogen. Melkstände, Milchkühlanlagen, Gülepumpen, Vakuumpumpen etc. werden von einer Vielzahl von Herstellern in unterschiedlicher Art und Ausführung angeboten – die abschließende Ermittlung eines Referenzspektrums der jeweiligen Gerätschaft ist aus diesem Grunde nur schwer möglich.

Die erhobenen exemplarischen A-bewerteten Schallleistungspegel der landwirtschaftlichen Maschinen und Arbeitsvorgänge können, wenn keine Herstellerdaten verfügbar sind, als Basis für Ausbreitungsrechnungen in Emissionsmodellen herangezogen werden.

Tabelle 3: Referenzwerte Maschinen und Arbeitsvorgänge.

Maschine/Arbeitsvorgang im Innenraumeinsatz	Referenzwert $L_{w,A}$ [dB]	Streubereich Referenzwerte [dB]	Referenz- spektrum
Melkstand – Vakuumpumpe (Rinder, Schafe, Ziegen)	85	–	RR
Melkstand – Pulsator (Rinder, Schafe, Ziegen)	81	77–83	RR
Milchkühlanlage	87	–	RR
Getreidequetsche	91	–	RR
Ganzkornmühle	100	99–101	RR
Gebläsemühle	91	–	RR
Maismühle	114	–	RR
Mischanlage	77	–	RR
Fütterungsanlage Schweine (inkl. Gebläse)	91	85–93	RR

RR = Rosa Rauschen

Maschine/Arbeitsvorgang im Freien	Referenzwert $L_{w,A}$ [dB]	Streubereich Referenzwerte [dB]	Referenz- spektrum
Futtermischwagen	102	–	Traktor (siehe Kapitel 3.2.2)
Elevator	95	–	RR
Gülmixen – Standbetrieb Traktor	106	–	Traktor (siehe Kapitel 3.2.2)
Tauchmotorrührwerk (Lagerstätte geschlossen)	75	–	RR
Tauchmotorrührwerk (Lagerstätte offen)	96	–	RR
Dickstoffgülpumpe	82	–	RR
Güllefass – Vakuumpumpe	107	–	RR

RR = Rosa Rauschen

3.3.3 Modellbildung

Für Immissionsprognosen in Schallausbreitungsprogrammen kann eine Modellbildung für die Emissionsgruppe *Maschinen und Technik* wie folgt vorgenommen werden:

Maschinen im Innenraumeinsatz

- Anlegen der Betriebsgebäude entsprechend des Lage- bzw. Katasterplans,
- Positionierung der schallabstrahlenden Bereiche in Form von Flächenschallquellen entsprechend der Planangaben (Fenster, Türen, Belüftungsöffnungen, gegebenenfalls Wände und/oder Dachhaut),
- Ermittlung des Rauminnenpegels in Analogie zu Kapitel 5 auf Basis des jeweiligen A-bewerteten Schallleistungspegel aus Tabelle 3,

- Belegung der Flächenschallquellen mit dem ermittelten Rauminnenpegel unter Berücksichtigung der Dämmung und der Richtwirkung des jeweiligen Außenbauteils bzw. der Öffnung,
- Schallemission mit dem generellen Anpassungswert von + 5 dB versehen,
- Durchführung der Ausbreitungsrechnung auf Basis des angeführten Referenzspektrums.

Maschinen mit Einsatz im Freien

- Positionierung der Quellen an bezeichneten Einsatzorten als Punkt-, Linien- und Flächenschallquellen (entsprechend Planungsunterlagen),
- Wahl der Emissionshöhe unter Berücksichtigung des Maschinenzentrums und der tatsächlichen Position,
- Belegung der Punkt-, Linien- und Flächenschallquellen mit den entsprechenden A-bewerteten Schalleistungspegeln aus Tabelle 3,
- Schallemission mit dem generellen Anpassungswert von + 5 dB versehen,
- Durchführung der Ausbreitungsrechnung je nach Quellenart entweder auf Basis des Referenzspektrums für Traktoren (siehe Kapitel 3.2.2, Tabelle Referenzspektrum Traktor) oder mittels RR (siehe Tabelle 3).

3.3.4 Berechnungsbeispiel Maschinen und Technik

gegeben:

- Melkanlage, bestehend aus Melkstand mit Pulsatoren (Melkraum, $S_V = 234 \text{ m}^2$) plus Vakuumpumpe (Pumpenraum, $S_V = 67 \text{ m}^2$)
 $S_V \dots$ Gesamtoberfläche des Raumes
- Melkanlage, Pulsator (Melkraum): $L_{W,A} = 81 \text{ dB}$
- Melkanlage, Vakuumpumpe (Pumpenraum): $L_{W,A} = 85 \text{ dB}$
- Fensterfläche Melkraum: 4 m^2
- Türfläche Pumpenraum: 2 m^2

gesucht:

- Ermittlung der Schalleistungspegel $L_{W,A,r}$ der Fenster- bzw. Türöffnung des Melk- bzw. Pumpenraumes unter Berücksichtigung einer Betriebsdauer von 3 h im Beurteilungszeitraum Tag und unter Miteinbeziehung des entsprechenden Schalldämm-Maßes für die abstrahlenden Flächen (Melkraum = Fenster mit Einzelscheibe; Pumpenraum = Türe aus Stahlblech) entsprechend Kapitel 6.3.2

1a) Berechnung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A des Melkraumes

$$A = \alpha * S_V \quad (\alpha \dots \text{mittlerer Schallabsorptionsgrad})$$

$$\alpha = 0,1 \quad (\text{siehe Tabelle 8})$$

$$A_{\text{Melkraum}} = 0,1 * 234$$

$$A_{\text{Melkraum}} = 23,4 \text{ m}^2$$

1b) Berechnung der äquival. Schallabsorptionsfläche A des Pumpenraumes

$$A = \alpha * S_V$$

$$A_{\text{Pumpenraum}} = 0,1 * 67$$

$$A_{\text{Pumpenraum}} = \mathbf{6,7 \, m^2}$$

2a) Ermittlung des Rauminnenpegels im Melkraum

$$L_{W,Raum} = L_{i,Raum} - 10 * \log\left(\frac{4}{A}\right)$$

$$L_{i,Raum} = L_{W,Raum} + 10 * \log\left(\frac{4}{A}\right)$$

$$L_{i,Melkraum} = 81 + 10 * \log\left(\frac{4}{23,4}\right)$$

$$L_{i,Melkraum} = \mathbf{73 \, dB}$$

2a) Ermittlung des Rauminnenpegels im Pumpenraum

$$L_{i,Pumpenraum} = 85 + 10 * \log\left(\frac{4}{6,7}\right)$$

$$L_{i,Pumpenraum} = \mathbf{83 \, dB}$$

3a) Berücksichtigung der Einsatzzeit im Melkraum

$$L_{i,Melkraum,3h} = L_{i,Melkraum,13h} + 10 * \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$$

$$L_{i,Melkraum,3h} = 73 + 10 * \log\left(\frac{3}{13}\right)$$

$$L_{i,Melkraum,3h} = \mathbf{67 \, dB}$$

3b) Berücksichtigung der Einsatzzeit im Pumpenraum

$$L_{i,Pumpenraum,3h} = 83 + 10 * \log\left(\frac{3}{13}\right)$$

$$L_{i,Pumpenraum,3h} = \mathbf{77 \, dB}$$

4a) Berechnung des Schallleistungspegels des Melkraums:

Fenster mit Einfachscheibe, $R_W = 29 \, dB$, $4 \, m^2$

Diffusitätsterm C_d berücksichtigen (Anleitung für die Modellbildung, FORUM SCHALL 2011)

generellen Anpassungswert von $+ 5 \, dB$ berücksichtigen

$$L_{WA,r,Melkraum} = L_{i,Melkraum,3h} + C_d - R_{W,Fenster} + 10 * \log(S) + 5$$

$$L_{WA,r,Melkraum} = 67 - 3 - 29 + 6 + 5$$

$$L_{WA,r,Melkraum} = \mathbf{46 \, dB}$$

4b) Berechnung des Schallleistungspegels des Pumpenraums:

Türe aus Stahlblech, $R_W = 35 \text{ dB}$, 2 m^2

Diffusitätsterm C_d berücksichtigen (Anleitung für die Modellbildung, Forum Schall, 2011)

generellen Anpassungswert von $+5 \text{ dB}$ berücksichtigen

$$L_{WA,r,Pumpenraum} = L_{i,Pumpenraum,3h} + C_d - R_{W,Tür} + 10 \cdot \log(S) + 5$$

$$L_{WA,r,Pumpenraum} = 77 - 3 - 35 + 3 + 5$$

$$L_{WA,r,Pumpenraum} = 47 \text{ dB}$$

5) auf Basis der ermittelten Emissionsansätze ($L_{WA,r}$) und unter Verwendung des Spektrums für Rosa Rauschen Immissionsberechnung durchführen

3.4 Nutztiere

Um der zunehmenden Forderung nach Mitbetrachtung von Nutztieren in schalltechnischen Beurteilungen mit fundierten Emissionsdaten nachkommen zu können, wurden durch das LFZ für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein großangelegte Erhebungen durchgeführt. In Kooperation mit österreichischen LandwirtInnen wurden in mehr als 100 Nutztierstallungen rund 450 Einzelmessungen plus schalltechnische Befundaufnahmen durchgeführt.

3.4.1 Übersicht Datenquellen

Entsprechend ihrer Relevanz in der österreichischen Landwirtschaft wurden Emissionsdaten von acht Nutztiergruppen in unterschiedlichen Nutzungsrichtungen generiert. Details zur Ermittlung des A-bewerteten Schallleistungspegels pro Tier siehe Kapitel 5.

Tabelle 4: Nutztiergruppen und Nutzungsrichtungen.

Nutztiergruppe	Nutzungsrichtung	Teilbereich
1 Rinder	Milchviehhaltung	
2	Mutterkuhhaltung	
3	Rindermast	
4 Schweine	Mast	
5	Zucht	
6 Hühner	Legehennen	
7	Masthühner	
8 Puten	Mast	
9 Gänse	Mast	

Nutztiergruppe	Nutzungsrichtung	Teilbereich
10 Pferde	Sport- und Freizeitpferde	
11	Zucht	Deckstation
12		Zuchtbetrieb
13		Jungpferdeaufzucht
14 Schafe	Milchschafe	
15	Fleischschafe	
16 Ziegen	Milchziegen	
17	Fleischziegen	

3.4.2 Vorbemerkung

Nutztiere als Verursacher von Schallemissionen in landwirtschaftlichen Betrieben bedürfen einer besonderen Betrachtung. Einerseits handelt es sich um Individuen, deren Lautäußerungen einem biologischen Rhythmus folgen, andererseits ist die Motivation zur Vokalisation sehr stark von äußeren Einflüssen, bspw. dem Management, abhängig. Die Kenntnis dieser Tatsachen ist unerlässlich für die Beurteilung und Bewertung von tierischen Geräuschemissionen und folglich im Begutachtungsfall jedenfalls miteinzubeziehen.

Im Kapitel 8 wird im Detail auf die zugrunde liegenden artspezifischen Verhaltensweisen und Eigenheiten, unter Berücksichtigung der Nutzungsrichtungen, eingegangen. Die Ausführungen im Kapitel 8 bilden einen integrierenden Bestandteil des Emissionsansatzes des Berechnungsmodells. Den (nicht im täglichen Geschäft mit der Landwirtschaft befassten) Sachverständigen bieten die ethologischen Informationen Hintergrundwissen zum besseren Verständnis (nutz-)tierischer Vokalisationen.

Im Tierhaltungsbereich lassen sich – aus schalltechnischer Sicht – Zeiten höherer Emissionsintensität (Lautstärke und Dauer) von solchen geringerer unterscheiden. Vokalisationen mit hoher Lautstärke treten hauptsächlich in „emotionalen Phasen“ auf; hierzu zählen bspw. die verstärkte Lautäußerung eines Kalbes unmittelbar nach der Trennung von der Mutterkuh oder die zunehmende Unruhe der Tiere vor der Fütterungsperiode in einem Schweinestall. Davon lassen sich deutlich die „normalen Stallphasen“ unterscheiden – zeitlich betrachtet spielen diese die Hauptrolle.

Im Zuge der Ermittlung der Stallinnenpegel (als Basis der tierspezifischen Emissionsansätze) wurde die Gesamtheit an Schallquellen im Raum erfasst. Somit fanden Geräuschemissionen technischer Stalleinrichtungen (Lüftung, Fütterung, Aufstallung etc.) Eingang in die Erstellung der Emissionsansätze und dürfen der Emissionsquelle Tiere (Stallungen) in Immissionsberechnungen nicht zusätzlich in Rechnung gestellt werden. Demgegenüber sind Emissionen seitens technischer Anlagen und Maschinen, deren Aufstellungsort nicht der Stallinnenraum ist, im Rahmen der Modellierung gesondert zu berücksichtigen und gemäß Kapitel 3.3 in die Immissionsbetrachtung mit einzubeziehen.

***Zeiten erhöhter
Schallemissionen***

***Erfassung der
Stallinnenpegel***

3.4.3 Gewichteter Emissionsansatz

Berücksichtigung unterschiedlicher Stallphasen

In Zusammenarbeit mit den AutorInnen der tierethologischen Fachbeiträge (siehe Kapitel 8) wurden, auf Basis der in der Praxis erhobenen Anteile „emotionaler“ und „normaler“ Stallphasen, gewichtete Emissionsansätze generiert. Das Ziel dabei war, für die jeweilige Nutztiergruppe und Nutzungsrichtung eine repräsentative Durchschnittsbetrachtung von normalen sowie den (für die Nachbarn) ungünstigsten Betriebszuständen zu gewährleisten. Diese Durchschnittsbetrachtung entspricht einem Vollbetrieb im Sinne des Genehmigungsrahmens und geht konform mit den Bestimmungen zur Ermittlung des Beurteilungspegels der spezifischen Schallimmission gemäß Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung.

Da eine scharfe Trennung der Arbeitsabläufe zwischen dem Tag- und Abendzeitraum in der Praxis oft nicht möglich ist erfolgt eine gemeinsame Ausweisung der Emissionsansätze für den Beurteilungszeitraum *Tag & Abend*; der Nachtzeitraum wird gesondert betrachtet. Bemerkungen zu artspezifischen Besonderheiten finden sich in den jeweiligen „Tierkapiteln“.

Untenstehend folgt eine Auflistung der artspezifischen, gewichteten linearen Schallleistungspegel pro Tier in Oktavbändern, die Angabe der entsprechenden A-bewerteten Schallleistungspegel sowie der jeweiligen auf 0 dB A-bewertet normierten Referenzspektren.

Kennzeichnende Spitzenpegel

Aus den erhobenen mittleren Maximalpegeln ($L_{A,1}$) wurde, unter Berücksichtigung der akustischen Eigenschaften des jeweiligen Stallgebäudes, der Rechenwert des maximalen A-bewerteten Schallleistungspegels ($L_{WA,Rech}$) je Nutztiergruppe ermittelt. Aus dem $L_{WA,Rech}$ können im Ausbreitungsmodell die kennzeichnenden Spitzenpegel der Tieremissionen (z. B: Muhen) zum Ansatz gebracht werden.

3.4.4 Emissionsansatz Rinder

Nachfolgende Ansätze können für sämtliche Nutzungsrichtungen der Nutztiergruppe Rinder (gemäß Tabelle 4) herangezogen werden.

Beurteilungszeitraum: Tag & Abend

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Rind,TA}}$ [dB]	53,3	63,4	70,2	68,9	66,8	61,9	53,3	49,5	74,4	70,8

Z = unbewerteter Schallleistungspegel (lineares Frequenzspektrum)

A = A-bewerteter Schallleistungspegel

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{W,1 \text{ Rind,TA,norm}}$ [dB]	-17,5	-7,4	-0,6	-1,9	-4,0	-9,0	-17,6	-21,4

Beurteilungszeitraum: Nacht

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1 Rind,N} [dB]	53,1	61,5	68,0	66,8	64,7	60,0	52,9	49,4	72,3	68,8

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1 Rind,N,norm} [dB]	- 15,7	- 7,3	- 0,8	- 2,0	- 4,1	- 8,8	- 15,9	- 19,4

Rechenwert des max. Schalleistungspegels – Rind

	[dB]
L _{WA,Rech,Rind}	112,2

3.4.5 Emissionsansatz Schweine**3.4.5.1 Schweine – Mast****Beurteilungszeitraum: Tag & Abend**

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1 Schwein-Ma,TA} [dB]	54,4	53,3	57,1	57,8	57,1	52,8	50,1	44,7	63,9	61,0

Z = unbewerteter Schalleistungspegel (lineares Frequenzspektrum)

A = A-bewerteter Schalleistungspegel

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1 Schwein-Ma,TA, norm} [dB]	- 6,7	- 7,7	- 3,9	- 3,2	- 3,9	- 8,2	- 10,9	- 16,3

Beurteilungszeitraum: Nacht

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1 Schwein-Ma,N} [dB]	52,0	50,7	53,7	53,9	53,8	50,5	48,3	43,1	60,8	58,0

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1 Schwein-Ma,N,norm} [dB]	- 6,0	- 7,4	- 4,4	- 4,1	- 4,3	- 7,5	- 9,8	- 14,9

3.4.5.2 Schweine – Zucht

Als Basis für Geräuschemissionen von reinen Ferkelabteilen (Ferkelaufzucht) ist der unter Kapitel 3.4.5.1 angeführte Emissionsansatz *Schweine – Mast* zu wählen. Die Ansätze für die Nutzungsrichtung *Schweine – Zucht* weisen etwas höhere Emissionsangaben auf. Diese begründen sich in der Relevanz zuchtbezogener, lärmrelevanter Tätigkeiten wie z. B. Säugen, Gruppieren, Kastration.

Beurteilungszeitraum: Tag & Abend

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1} Schwein-Zu,TA [dB]	55,5	54,5	58,5	59,3	58,5	53,9	51,0	45,6	65,2	62,3

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1} Schwein-Zu,TA,norm [dB]	-6,8	-7,8	-3,8	-3,0	-3,9	-8,4	-11,3	-16,7

Beurteilungszeitraum: Nacht

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1} Schwein-Zu,N [dB]	52,8	51,6	55,0	55,4	55,0	51,3	48,9	43,7	61,9	59,1

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1} Schwein-Zu,N,norm [dB]	-6,3	-7,5	-4,2	-3,7	-4,1	-7,8	-10,2	-15,5

Rechenwert des max. Schallleistungspegels – Schwein (Mast & Zucht)

	[dB]
L _{WA,Rech,Schwein}	98,8

3.4.6 Emissionsansatz Geflügel

Unterscheidung nach Licht- und Dunkelphase

Im Vergleich zu anderen tierischen Emissionsquellen weist Geflügel eine Besonderheit auf: Tierschutzrechtlich ist täglich eine ununterbrochene Dunkelphase von mindestens 6 Stunden zu gewährleisten. Dies hat auch Auswirkungen auf die Emissionsmodellierung.

Geflügel zeigt in der Regel nur während der Lichtphasen Bereitschaft zu Geräuschemissionen. In Perioden der Dunkelheit bzw. bei aktiviertem Notlicht sinkt der Rauminnenpegel im Stall beträchtlich ab – relevante, immissionswirksame Geräuschentwicklungen finden nicht statt.

Mit dem Projektverantwortlichen bzw. Bauwerber ist abzuklären, welche Zeiten das Betriebsmanagement für die Dauer und den Wechsel der Licht- und Dunkelphasen vorsieht. In Anlehnung daran sind die Lichtphasen emissionstechnisch zum Ansatz zu bringen und die Dunkelphasen schalltechnisch als nicht wirksam einzusetzen.

3.4.6.1 Legehennen

Die Emissionsdaten für Legehennen sind ausschließlich für Herden **ohne Hähne** heranzuziehen.

Beurteilungszeitraum: Lichtphase

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Legehenne,LI}}$ [dB]	45,7	42,8	39,2	46,8	52,5	42,0	36,8	31,2	55,0	53,8

Z = unbewerteter Schallleistungspegel (lineares Frequenzspektrum)

A = A-bewerteter Schallleistungspegel

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{W,1 \text{ Legehenne,LI,norm}}$ [dB]	- 8,1	- 11,0	- 14,6	- 7,0	- 1,3	- 11,8	- 17,0	- 22,6

3.4.6.2 Masthühner

Beurteilungszeitraum: Lichtphase

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Masthuhn,LI}}$ [dB]	43,4	40,8	35,3	31,4	36,4	45,4	36,7	23,8	49,1	47,6

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{W,1 \text{ Masthuhn,LI,norm}}$ [dB]	- 4,2	- 6,8	- 12,3	- 16,2	- 11,2	- 2,2	- 10,9	- 23,8

3.4.6.3 Mastputen

Beurteilungszeitraum: Lichtphase

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Mastpute,LI}}$ [dB]	44,0	39,8	35,0	53,0	60,1	55,1	40,1	32,5	62,0	62,0

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{W,1 \text{ Mastpute,LI,norm}}$ [dB]	- 18,0	- 22,2	- 27,0	- 9,0	- 1,9	- 6,9	- 21,9	- 29,5

Kein Rechenwert des maximalen Schalleistungs- pegels

Kennzeichnende Spitzenpegel – Legehennen, Masthühner & Mastputen

Ein Rechenwert des maximalen Schalleistungspegels $L_{W,A,Rech}$ lässt sich für Legehennen, Masthühner und Mastputen nicht ausweisen. Dies liegt in dem Umstand begründet, dass die kennzeichnenden Pegelspitzen nicht von einzelnen Tieren hervorgerufen werden – vielmehr zeichnen mehrere Tiere für den Maximalpegel verantwortlich. Im Zuge der Basisdatenerhebung wurden Stallungen mit einer Belegung ab 1.000 Tieren erfasst.

Die Auswertung der Daten zeigt jedoch, dass die Schalldruckpegelspitzen um höchstens + 10 dB über dem Stallinnenpegel liegen.

3.4.6.4 Mastgänse

Beurteilungszeitraum: Lichtphase

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Mastgans,LI}} \text{ [dB]}$	49,0	48,1	45,8	59,0	62,5	58,4	54,4	41,3	65,7	65,4

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{W,1 \text{ Mastgans,LI,norm}} \text{ [dB]}$	-16,4	-17,3	-19,6	-6,4	-2,9	-7,0	-11,0	-24,1

Rechenwert des max. Schalleistungspegels – Mastgans

[dB]
$L_{WA,Rech,Mastgans}$ 93,8

3.4.7 Emissionsansatz Pferde

3.4.7.1 Sportpferde & Deckstation

Beurteilungszeitraum: Tag & Abend

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Pferd-SpDe,TA}} \text{ [dB]}$	50,3	48,4	48,8	48,8	50,6	47,4	40,5	35,1	57,1	54,1

Z = unbewerteter Schalleistungspegel (lineares Frequenzspektrum)

A = A-bewerteter Schalleistungspegel

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{W,1 \text{ Pferd-SpDe,TA,norm}} \text{ [dB]}$	-3,8	-5,7	-5,3	-5,3	-3,5	-6,6	-13,6	-19,0

Beurteilungszeitraum: Nacht

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Pferd-SpDe,N}} \text{ [dB]}$	50,0	47,2	47,1	41,7	41,2	39,8	38,0	34,2	54,0	47,0

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1 Pferd-SpDe,N,norm} [dB]	3,0	0,2	0,1	- 5,3	- 5,8	- 7,2	- 9,0	- 12,8

3.4.7.2 Zuchtbetrieb & Jungpferd

Beurteilungszeitraum: Tag & Abend

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1 Pferd-ZuJu,TA} [dB]	50,3	48,4	48,8	48,8	50,6	47,4	40,5	35,1	57,1	54,1

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1 Pferd-ZuJu,TA,norm} [dB]	- 3,8	- 5,7	- 5,3	- 5,3	- 3,5	- 6,6	- 13,6	- 19,0

Beurteilungszeitraum: Nacht

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1 Pferd-ZuJu,N} [dB]	50,0	47,5	47,5	44,3	45,2	42,7	38,7	34,4	54,8	49,6

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1 Pferd-ZuJu,N,norm} [dB]	0,4	- 2,2	- 2,2	- 5,3	- 4,4	- 6,9	- 11,0	- 15,2

Rechenwert des max. Schalleistungspegels – Pferd

	[dB]
L _{WA,Rech,Pferd}	92,7

3.4.8 Emissionsansatz kleine Wiederkäuer (Schafe und Ziegen)

3.4.8.1 Schafe

Beurteilungszeitraum: Tag & Abend

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
L _{W,1 Schaf,TA} [dB]	45,0	42,2	38,0	43,5	40,7	38,4	34,5	32,7	50,0	45,9

Z = unbewerteter Schalleistungspegel (lineares Frequenzspektrum)

A = A-bewerteter Schalleistungspegel

Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L _{W,1 Schaf,TA,norm} [dB]	- 0,9	- 3,7	- 7,9	- 2,5	- 5,2	- 7,5	- 11,4	- 13,2

Beurteilungszeitraum: Nacht

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Schaf,N}} [\text{dB}]$	44,7	41,6	36,7	41,4	38,7	36,5	33,2	32,0	48,9	44,1
Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000		
$L_{W,1 \text{ Schaf,N,norm}} [\text{dB}]$	0,6	- 2,4	- 7,3	- 2,7	- 5,4	- 7,5	- 10,9	- 12,1		

Rechenwert des max. Schallleistungspegels – Schaf

	[dB]
$L_{WA, \text{Rech, Schaf}}$	94,1

3.4.8.2 Ziegen

**gemeinsamer
Emissionsansatz für
Tag, Abend und
Nacht**

Ziegen zeigen im Allgemeinen nur sehr geringe Lautäußerungen. Kommt es zu Vokalisationen, so lässt sich ein relativ konstanter Emissionspegel im Stall registrieren, der weitestgehend unabhängig von der Stallsituation bzw. dem Beurteilungszeitraum ist. Dementsprechend erfolgt für die Nutztiergruppe der Ziegen die Ausweisung eines – für den Tag-, Abend- und Nachtzeitraum – gemeinsam zu verwendenden Emissionsansatzes.

Beurteilungszeitraum: Tag, Abend & Nacht

[Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Z	A
$L_{W,1 \text{ Ziege,TAN}} [\text{dB}]$	47,5	44,6	40,6	40,8	41,5	40,4	39,9	36,2	51,7	47,2
<i>Z = unbewerteter Schallleistungspegel (lineares Frequenzspektrum)</i>										
<i>A = A-bewerteter Schallleistungspegel</i>										
Ref-Spektrum	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000		
$L_{W,1 \text{ Ziege,TAN,norm}} [\text{dB}]$	0,3	- 2,6	- 6,6	- 6,4	- 5,7	- 6,8	- 7,3	- 11,0		

Rechenwert des max. Schallleistungspegels – Ziege

	[dB]
$L_{WA, \text{Rech, Ziege}}$	82,2

3.4.9 Arbeitsbeginn vor 6 Uhr morgens – lauteste Nachtstunde

In der Haltung von Rindern, Schafen, Ziegen und Pferden ist während der Phasen frühmorgendlicher Tätigkeiten im Stall (allgemeine Stallarbeit, Fütterung etc.) aus tierethologischer Sicht nicht mit höheren Lärmemissionen zu rechnen. Eine gesonderte Betrachtung der Tieremissionen bei einem Arbeitsbeginn vor 6 Uhr morgens ist daher nicht gerechtfertigt; allenfalls auftretende Geräuschemissio-

nen sind im Ansatz für die Nachtzeit enthalten. Gesondert zu berücksichtigen sind jedoch Emissionen von landwirtschaftlichen Kraftfahrzeugen, Ladetätigkeiten oder Ähnlichem.

Eine etwas andere Situation ergibt sich im Bereich der Schweinehaltung. Aus tierethologischer Sicht ist zu bestimmten Zeiten, besonders in Zusammenhang mit der Fütterung, mit erhöhten Geräuschemissionen zu rechnen. Sieht das Betriebsmanagement den Arbeitsbeginn dezidiert in den Randstunden der Nachtphase vor, so ist diesem Umstand durch Verwendung des Emissionsansatzes für den Beurteilungszeitraum *Tag & Abend* unter Anwendung eines Zuschlages von + 5 dB Rechnung zu tragen ($L_{W,1 \text{ Schwein-Ma,Früh}} = 66,0 \text{ dB}$ bzw. $L_{W,1 \text{ Schwein-Zu,Früh}} = 67,3 \text{ dB}$). Der Zuschlag erklärt sich aus dem Umstand, dass die emotionalen Phasen – bezogen auf die lauteste Nachtstunde – in der zeitlichen Gewichtung wesentlich stärker durchschlagen als über den Beurteilungszeitraum der 13 Tagstunden.

Sonderfall Schweinehaltung

In Anlehnung an Kapitel 3.4.6 sind für Geflügelbetriebe die etwaigen Anteile der Nachtrandstunden an der Lichtphase zu ermitteln und das tierspezifische Emissionsspektrum für diese Perioden zum Ansatz zu bringen.

3.4.10 Modellbildung

Für Immissionsprognosen landwirtschaftlicher Nutztiere in Schallausbreitungsprogrammen ist wie folgt vorzugehen:

Nutztierhaltung in Stallungen

- Anlegen der Stallungen entsprechend des Lage- bzw. Katasterplans,
- Positionierung der Quellen in Form von Flächenschallquellen entsprechend den Planangaben (Fenster, Türen, Belüftungsöffnungen, gegebenenfalls Wände und/oder Dachhaut),
- Ermittlung des Rauminnenpegels gemäß Kapitel 5,
- Belegung der Flächenschallquellen mit dem ermittelten Rauminnenpegel unter Berücksichtigung der Dämmung und der Richtwirkung des jeweiligen Außenbauteils bzw. der Öffnung,
- Schallemission mit dem generellen Anpassungswert von + 5 dB versehen,
- Durchführung der Ausbreitungsrechnung auf Basis der zugehörigen Referenzspektren gemäß Kapitel 3.4.4 bis 3.4.8.

3.4.11 Berechnungsbeispiel Nutztiere

gegeben:

- Neubau eines Stallgebäudes für Legehennen
- Anzahl der Tiere = 6.000
- Gesamtoberfläche des Raumes: $S_V = 1.490 \text{ m}^2$
- $L_{WA,1 \text{ Legehuhn}} = 54 \text{ dB}$
- 24 Stallfenster mit je 1 m^2 Fensterfläche

gesucht:

- Ermittlung des Schallleistungspegels $L_{WA,r}$ des Geflügelstalls für die Lichtphase unter Berücksichtigung gekippter Fenster entsprechend Kapitel 6.3.2

1. Berechnung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A des Stalles

$$A = \alpha * S_V \quad (\alpha \dots \text{mittlerer Schallabsorptionsgrad})$$

$$\alpha = 0,15 \quad (\text{siehe Kapitel 5.2.2})$$

$$A = 0,15 * 1.490$$

$$A = \mathbf{223,5 \, m^2}$$

2. Ermittlung des Gesamtschallleistungspegels L_{WA} des Stalles

$$L_{WA,Stall} = L_{WA,1 \, Legehennen} + 10 * \log(n)$$

$$L_{WA,Stall} = 54 + 10 * \log(6000)$$

$$L_{WA,Stall} = \mathbf{92 \, dB}$$

3. Ermittlung des Innenpegels L_i des Geflügelstalles

$$L_{i,Stall} = L_{WA,Stall} + 10 * \log\left(\frac{4}{A}\right)$$

$$L_{i,Stall} = 92 + 10 * \log\left(\frac{4}{223,5}\right)$$

$$L_{i,Stall} = \mathbf{75 \, dB}$$

4. Berechnung des Schallleistungspegels des Geflügelstalles

Schalldämmmaß gekipptes Fenster: $R_W = 10 \, dB$

Gesamtfensterfläche $S = 24 \, m^2$ (24 Stallfenster zu je $1 \, m^2$)

Diffusitätsterm C_d berücksichtigen (Anleitung für die Modellbildung, FORUM SCHALL 2011)

generellen Anpassungswert von $+ 5 \, dB$ berücksichtigen

$$L_{WA,r,Stall} = L_{i,Stall} + C_d - R_{W,Fenster} + 10 * \log(S) + 5$$

$$L_{WA,r,Stall} = 75 - 3 - 10 + 14 + 5$$

$$L_{WA,r,Stall} = \mathbf{81 \, dB}$$

5. auf Basis des ermittelten Emissionsansatzes ($L_{WA,r,Stall}$) und unter Verwendung des gewichteten, auf $0 \, dB$ A-bewertet normierten, Referenzspektrums für Legehennen (siehe Kapitel 3.4.6.1) die Immissionsberechnung durchführen

4 RAUMAKUSTIK

4.1 Allgemeines

Die Raumakustik verfolgt grundsätzlich zwei Ziele: Sprachverständlichkeit und Lärminderung. In der Landwirtschaft hat die Raumakustik nur den Zweck, den Geräuschpegel niedrig zu halten, um somit gute Arbeitsbedingungen für das landwirtschaftliche Personal und artgemäße Haltungsbedingungen für die Nutztiere zu schaffen. Je größer die Stallungen desto bedeutsamer wird die Raumakustik.

**Ziele der
Raumakustik**

Die Schallausbreitung in Räumen wird maßgeblich bestimmt durch

- die Abmessungen und die Form des Raumes,
- die akustischen Eigenschaften der umhüllenden Bauteile (Decke, Boden, Wände),
- die im Raum befindlichen Materialien (Stroh, Heu etc.),
- die im Stall befindlichen Tiere.

Die akustischen Eigenschaften von Oberflächen reichen von reflektierend – auch als schallhart bezeichnet – bis beinahe vollständig absorbierend. Reflektierend sind in der Praxis z. B. Fliesenböden oder glatte Betonflächen; eine hohe absorbierende Wirkung wird z. B. mit porösem Material erreicht. Je größer der Anteil an schallabsorbierenden Flächen eines Raumes, desto kürzer ist die Nachhallzeit. Eine kürzere Nachhallzeit bedeutet, dass sich bei gleicher Schallleistung ein geringerer Innenpegel im Raum ergibt.

**akustische
Eigenschaften von
Oberflächen**

4.2 Begriffe und Anforderungen

Schallabsorbierende Maßnahmen richten sich hinsichtlich Umfang und Qualität nach unten stehenden Kriterien.

Tabelle 5: Kriterien für raumakustische Anforderungen.

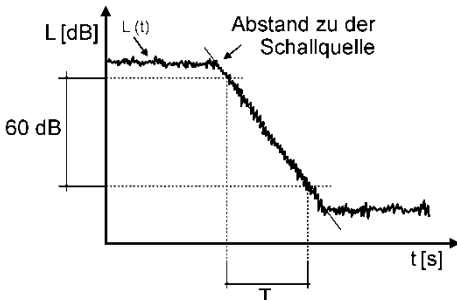
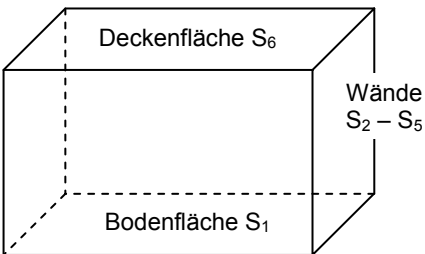
Kriterium	Beispiel
Art der Raumnutzung (Verwendungszweck)	Aufenthaltsraum, Gerätehalle, Stall
Größe des Raumes (Volumen)	umfangreichere Maßnahmen bei größeren Räumen
Geometrie des Raumes	langgezogene, niedrige Räume sind nachteilig

Die Anforderungen an Maßnahmen, wie auch ihre zu erzielende Wirkung, sind frequenzabhängig. Messungen und Berechnungen erfolgen deshalb im Regelfall in Oktavbändern. Wesentliche Bewertungsparameter für die Schallabsorption (Schallminderung) bilden die Nachhallzeit und der mittlere Schallabsorptionsgrad im leeren bzw. belegten Raum. Für die Beurteilung der Lärminderung wird der mittlere Schallabsorptionsgrad herangezogen.

**Bewertungs-
parameter für die
Schallabsorption**

Die folgenden Ausführungen und Formeln basieren auf der Annahme eines diffusen Schallfeldes und quaderförmiger Räume. In der Praxis sind diese Formeln bei der überwiegenden Mehrzahl der landwirtschaftlichen Bauten gut anwendbar.

Tabelle 6: Vergleich und Zusammenhang von Nachhallzeit und mittlerem Schallabsorptionsgrad.

Nachhallzeit	mittlerer Schallabsorptionsgrad
Wird eine Schallquelle in einem Raum plötzlich abgeschaltet, kommt es zu einem Abklingvorgang, dem Nachhall. Die Nachhallzeit T ist als jene Zeit definiert, in der der Schallpegel L [dB] nach dem Abschalten einer Schallquelle um 60 dB abnimmt.	Der mittlere Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen ist der auf die Summe dieser Flächen (Fußboden + Wände + Decke) bezogene Schallabsorptionsgrad ohne Berücksichtigung von Einrichtungen, Personen etc.
 Quelle: nach JUNKER (2005) $T = 0,16 \cdot \frac{V}{A} \quad (\text{Sabine'sche Formel})$	z. B.:  $\alpha_{m,B} = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{\sum S_i}$
entsprechende Absorptionsfläche	mittlerer Schallabsorptionsgrad im eingerichteten Raum
$A = 0,16 \cdot \frac{V}{T} = \sum S_i \cdot \alpha_i$	$\alpha_m = \frac{A}{\sum S_i} = \frac{0,16 \cdot V}{T \cdot \sum S_i}$

TNachhallzeit in s

VRaumvolumen in m^3

Aäquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2

S_i i -te Teilfläche der Raumbegrenzungsflächen in m^2

α_iSchallabsorptionsgrad der i -ten Teilfläche

$\alpha_{m,B}$mittlerer Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen

Für den vorliegenden Leitfaden wurden Nachhallzeiten in unterschiedlichen leeren Stallungen gemessen, die Schallabsorption von Nutztieren wurde getrennt ermittelt.

Lärmminderung – mittlerer Schallabsorptionsgrad

Die ÖNORM B 8115-3 gibt für die Lärmminderung Mindestwerte an, diese sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 7: Mindestwerte für die Lärmminderung aus ÖNORM B 8115-3.

	mittlerer Schallabsorptionsgrad				
Oktavbandmittenfrequenz (in Hz)	250	500	1.000	2.000	4.000
$\alpha_{m,B}$ der Raumbegrenzungsflächen (ohne Einrichtungen)	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20
α_m im eingerichteten Raum	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30

Die folgende Tabelle liefert Vergleichswerte, bei welchen Raumbeschaffenheiten mit welchen mittleren Absorptionsgraden gerechnet werden kann.

Tabelle 8: Richtwerte für mittlere Schallabsorptionsgrade aus ÖNORM EN ISO 3746.

mittlerer Schallabsorptionsgrad	Beschreibung des Raumes
0,05	nahezu leerer Raum mit glatten, harten Wänden aus Zement, Backsteinen, Putz oder Kacheln
0,10	teilweise leerer Raum; Raum mit glatten Wänden
0,15	möblierter Raum; rechteckiger Maschinenraum; rechteckiger Gewerberaum
0,20	unregelmäßig geschnittener Raum mit Möbeln; unregelmäßig geschnittener Maschinen- oder Gewerberaum
0,25	Raum mit Polstermöbeln; Maschinen- oder Gewerberaum mit geringen Mengen schallschluckenden Materials an den Wänden oder der Decke (z. B. teilweise absorbierende Decke)
0,35	Raum mit schallschluckenden Materialien sowohl an der Decke als auch an den Wänden
0,50	Raum mit großen Mengen schallschluckender Materialien an der Decke und den Wänden

Die Schallpegelminderung durch zusätzliche raumakustische Maßnahmen lässt sich wie folgt ermitteln:

$$\Delta L = 10 \cdot \log \frac{A_2}{A_1} = 10 \cdot \log \frac{T_1}{T_2}$$

ΔL Schallpegelminderung in dB

T Nachhallzeit in s vor (T_1) bzw. nach (T_2) der Verbesserung

A äquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2 vor (A_1) bzw. nach (A_2) der Verbesserung

Die Verdoppelung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche bewirkt damit eine Pegelminderung von 3 dB.

4.3 Maßnahmen in Stallungen

schallabsorbierende Maßnahmen

Schallabsorbierend wirksam sind poröse Materialien (frei sichtbar oder hinter Platten mit mindestens 30 % Öffnungsanteil), schwingende Plattenelemente mit Hohlräumen zu dahinter liegenden Wänden (tiefere Frequenzen), die Einrichtung des Raumes, aber auch die eingestellten Tiere.

Die Schallabsorption von Bauteilen wird in ihrer Wirksamkeit durch den Schallabsorptionsgrad gekennzeichnet. Werte gegen 1 zeigen fast vollständige Schallabsorption. Niedrige Absorptionsgrade im Bereich von Null sind kennzeichnend für reflektierende Eigenschaften. Moderne Baugestaltungen mit einem großen Anteil an Natursteinen oder Betonwänden sind deshalb oft mit erheblichen raumakustischen Problemen behaftet. Die schallabsorbierende Wirkung von Bauteilen ist stark frequenzabhängig. Entscheidend ist auch, welchen Abstand die Verkleidungen zur dahinter liegenden schallharten Wand aufweisen.

In den nachfolgenden Tabellen sind die in der ÖNORM EN 12354-6 angeführten, typischen Werte für Absorptionsgrade α bzw. äquivalente Absorptionsflächen A wiedergegeben.

Tabelle 9: Typische Werte für den Absorptionsgrad.

Material	Schallabsorptionsgrad α [-] in Oktavbändern, Mittenfrequenz in Hz					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Beton, verputztes Mauerwerk	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
Mauerwerk, unverputzt	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
harter Bodenbelag (z. B. PVC, Parkett) auf massiver Bodendecke	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Fenster, Glasfassade	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Türen (Holz)	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Luftgitter, 50 % offene Fläche	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

Anmerkung: Diese Angaben beruhen auf Veröffentlichungen, die in Österreich, Dänemark und den Niederlanden verwendet werden.

Hinweis

Für nachträgliche Maßnahmen oder Umbauten kann es zweckmäßig sein, die bestehenden raumakustischen Verhältnisse durch eine Messung der Nachhallzeit (im leeren Stall, ohne Tiere) zu ermitteln und auf diesem Ergebnis die weiteren Planungen vorzunehmen. Nachhallzeitmessungen haben sinngemäß nach ÖNORM EN ISO 354 zu erfolgen.

4.4 Schallabsorption durch Tiere

Hinweis: Dieser Punkt dient ausschließlich der Information.

Die in Tabelle 10 angeführten, typischen Absorptionsflächen einiger Nutztiergruppen dürfen keinesfalls in die Ermittlung des Stallinnenpegels durch Tiergeräusche eingerechnet werden, da bei den Tieremissionsmessungen die Absorptionseigenschaften der Tiere bereits enthalten sind.

Die Angaben beruhen auf Messungen im Vergleichsverfahren, die im LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt wurden.

Tabelle 10: Typische Werte der äquivalenten Absorptionsfläche für einige Nutztiere.

Nutztiergruppen	äquivalente Absorptionsfläche A [m ²] in Oktavbändern, Mittenfrequenz in Hz						
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000
1 Ziege	0,20	0,19	0,14	0,19	0,39	0,18	0,11
1 Schaf	0,31	0,37	0,65	0,72	0,95	0,70	0,59
1 Rind	1,68	0,31	0,27	0,38	1,02	0,36	0,17

5 ERMITTLUNG DES STALLINNENPEGELS

5.1 Allgemeines

Gemäß dem Hinweis in Kapitel 3.4.1 werden nachfolgend Details zur Ermittlung der tierspezifischen Emissionsdaten wiedergegeben. Einerseits erhält der Nutzer/die Nutzerin Informationen zur Generierung des Datenmaterials im vorliegenden Leitfaden und andererseits können auf Basis der Beschreibungen – wenn dies erforderlich ist – eigene schalltechnische Erhebungen in Stallungen durchgeführt werden. Der dargelegte Berechnungsweg ermöglicht den Sachverständigen in der Folge die Ermittlung zentraler Emissionsdaten aus der Tierhaltung ($L_{W,Stall}$, $L_{WA,1\text{ Tier}}$) für Immissionsberechnungen.

Es sei jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass zur Ermittlung gewichteter Emissionsansätze (gemäß Kapitel 3.4.3) fundierte ethologische Kenntnisse zur jeweils erfassten Tierart unerlässlich sind. Nur auf Basis des Wissens um die Verteilung von „emotionalen“ und „normalen“ Phasen während des betrachteten Beurteilungszeitraumes ist die Ermittlung realitätsnaher Emissionsansätze möglich.

5.2 Schalltechnische Erhebungen

5.2.1 Messpunkte

Die Anzahl der Messpunkte in Ställen richtet sich nach den Ausmaßen der Innenräume – je größer die tierhaltende Fläche, desto höher die Anzahl der Messpunkte.

Die Messpunkte müssen mindestens 1 m Abstand von den Raumbegrenzungsflächen oder anderen reflektierenden Oberflächen haben. Das Mikrofon ist zwischen 1,2 m und 1,5 m über dem Boden zu positionieren.

5.2.2 Messparameter

Bei Mehrpunktmessungen wird der L_{eq} in Terzbändern ermittelt. Die Dauer der Messabschnitte ist in Abhängigkeit von der Höhe des Geräuschpegels im Stall zu wählen. Finden die Lautäußerungen der zu erfassenden Tiere kontinuierlich auf höherem Niveau statt, reichen kurze Messintervalle. In Stallungen, die subjektiv sehr ruhig erscheinen und in denen Lautäußerungen in unregelmäßigen Intervallen stattfinden, sind die Messzeiten entsprechend zu verlängern. Zusätzlich werden die Rauminnenmaße ($\sum S_i$) und die Anzahl der Tiere erhoben.

**Keine Messung der
Nachhallzeit im
belegten Stall**

Aus Tierschutzgründen können in belegten Stallungen zur Ermittlung raumakustischer Parameter keine Nachhallzeitmessungen durchgeführt werden. Aus diesem Grunde wurden im Zuge der Leitfadenerstellung in leerstehenden Ställen Messungen mittels Impulsanregung durchgeführt. Aus den Ergebnissen konnte ein mittlerer Schallabsorptionsgrad α abgeleitet werden, der kennzeichnend für einen „typischen“ Stall ist und für die Berechnungen sämtlicher erfasseter Stallungen verwendet werden kann.

$$\alpha_{m,Stall} = 0,15$$

5.2.3 Auswertung

Aus den erfassten Messparametern werden der Stallinnenpegel L_i (energetische Mittelung über die Messpunkte), die Gesamtfläche S_v des Stallinnenraumes sowie die äquivalente Absorptionsfläche A berechnet. Auf Basis dieser Daten kann im Folgenden die Ermittlung des Gesamt-Schalleistungspegels der Tiere im Stall $L_{W,Stall}$ bzw. unter Miteinbeziehung der Tieranzahl die Berechnung des Schalleistungspegels pro Tier $L_{W,1Tier}$ erfolgen.

$$A = \alpha_{m,Stall} * S_v$$

$$L_{W,Stall} = L_{i,Stall} - 10 * \log\left(\frac{4}{A}\right)$$

$$L_{W,1Tier} = L_{W,Stall} - 10 * \log(n)$$

Aäquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2
 $\alpha_{m,Stall}$mittlerer Schallabsorptionsgrad eines „typischen“ Stallinnenraumes
 S_vSumme aller Raumbegrenzungsflächen (eines Stallinnenraumes) in m^2
 $L_{W,Stall}$Gesamtschalleistungspegel des Stallinnenraumes
 $L_{i,Stall}$Innenpegel des Stallraumes
 $L_{W,1Tier}$Schalleistungspegel pro Tier
 nAnzahl der Tiere im Stall

Dieser Schalleistungspegel pro Tier entspricht – am Beispiel der Rinder – dem in Kapitel 3.4.4 ausgewiesenen $L_{W,1 Rind,TA}$ für den Beurteilungszeitraum Tag und Abend.

5.3 Berechnung für Immissionsprognosen

Entsprechend der geplanten Stallnutzung und des zu betrachtenden Beurteilungszeitraumes ist der nach den Stallphasen gewichtete, A-bewertete Schalleistungspegel den unter Kapiteln 3.4.4 bis 3.4.8 angeführten tierspezifischen Emissionsansätzen zu entnehmen und unter Berücksichtigung der Anzahl der Tiere der Gesamtschalleistungspegel zu berechnen.

Unter Miteinbeziehung des „stalltypischen“ mittleren Schallabsorptionsgrades $\alpha_{m,Stall}$ und der Summe aller Raumbegrenzungsflächen des Stallinnenraumes S_v ist in der Folge die äquivalente Schallabsorptionsfläche A zu ermitteln und damit der Innenpegel des Stallraumes $L_{i,Stall}$ zu berechnen. Dieser Innenpegel ist – gemäß Kapitel 3.4.10 – zur Belegung der Flächenschallquellen in der Ausbreitungsmodellierung heranzuziehen.

**Berechnung des
Rauminnenpegels**

6 SCHALLABSTRAHLUNG DER AUSSENBAUTEILE UND ÖFFNUNGEN

6.1 Allgemeines

Ermittlung der Schallabstrahlung für die Immissionsprognose

Die Grundlage für die Schallabstrahlung der Außenbauteile und die nachfolgende Schallimmissionsberechnung bildet die ÖNORM ISO 9613-2. Demgemäß hat eine Ausbreitungsrechnung grundsätzlich in Oktavbändern zu erfolgen. Um allfällig auftretende besondere Geräuschcharakteristika zu berücksichtigen, ist meist ein Anpassungswert von + 5 dB bei der Bildung des Beurteilungsspekels zu vergeben (siehe Kapitel 3.3.3 und Kapitel 3.4.10). Für die Schallimmissionsprognose ist die Schallabstrahlung über alle relevanten Außenbauteile zu berücksichtigen.

Bei Massivbauweise erfolgt die Schallabstrahlung in erster Linie über Fenster und Türen sowie Öffnungen und etwaige Belichtungsflächen. Bei Leichtbauweise (bspw. im Holzbau) ist darüber hinaus die Schallabstrahlung über die Wände und gegebenenfalls die Dachhaut zu berücksichtigen.

6.2 Berechnung der abgestrahlten Schalleistung

Ausgehend vom Innenpegel im Stall oder in einzelnen Stallabteilen bzw. vom Innenpegel der Einsatzräume technischer Geräte errechnet sich die über die Außenbauteile abgestrahlte Schalleistung wie folgt:

$$L_{w\phi} = L_i - R + 10 \cdot \log (S/S_0) + C_d + \Delta L_\phi$$

$L_{w\phi}$ abgestrahlte Schalleistung der Außenwand in Richtung ϕ in dB

L_i mittlerer Schalldruckpegel im Inneren des Gebäudes in dB

R Schalldämmmaß des Bauteils in dB

S Fläche des Bauteils in m^2 , S_0 Bezugsfläche 1 m^2

ΔL_ϕ Richtwirkungskorrektur in dB

C_d Diffusitätsterm in dB

Diffusitätsterm C_d

Der Diffusitätsterm C_d beschreibt die Pegeldifferenz zwischen dem Schalldruckpegel in einem Abstand von 1–2 m von der nach innen weisenden Bauteiloberfläche und dem Intensitätspegel des senkrecht auf denselben Bauteil einfallenden Schalls.

Der Wert des Diffusitätsterms C_d wird beeinflusst vom Grad der Diffusität des Schallfeldes im Gebäudeinneren und der raumseitigen Absorption des betrachteten Segments der Gebäudehülle – er kann Werte zwischen – 6 dB und 0 dB annehmen. Der informative Anhang D der ÖNORM EN 12354-4 enthält diesbezügliche Vorgaben.

Da jedoch die Angaben in der Tabelle in der ÖNORM nicht immer zu eindeutig zuordenbaren Diffusitätstermen führen, erscheint es zweckmäßig, für C_d einen generalisierten Wert von -3 dB einzusetzen. Der Großteil der möglichen Anwendungsfälle für Prognosen liegt damit auf der sicheren Seite. Abweichungen zu diesem Wert sind zu begründen.

Die abgestrahlte Schallleistung der relevanten Bauteile ist in den Oktavbändern von 63–8.000 Hz zu berechnen.

Richtwirkungskorrektur

Eine Richtwirkungskorrektur kann für alle biegeweichen, schallabstrahlenden Bauteile und Öffnungen ermittelt werden und den nachfolgenden Kreisdiagrammen bzw. Tabellen entnommen werden.

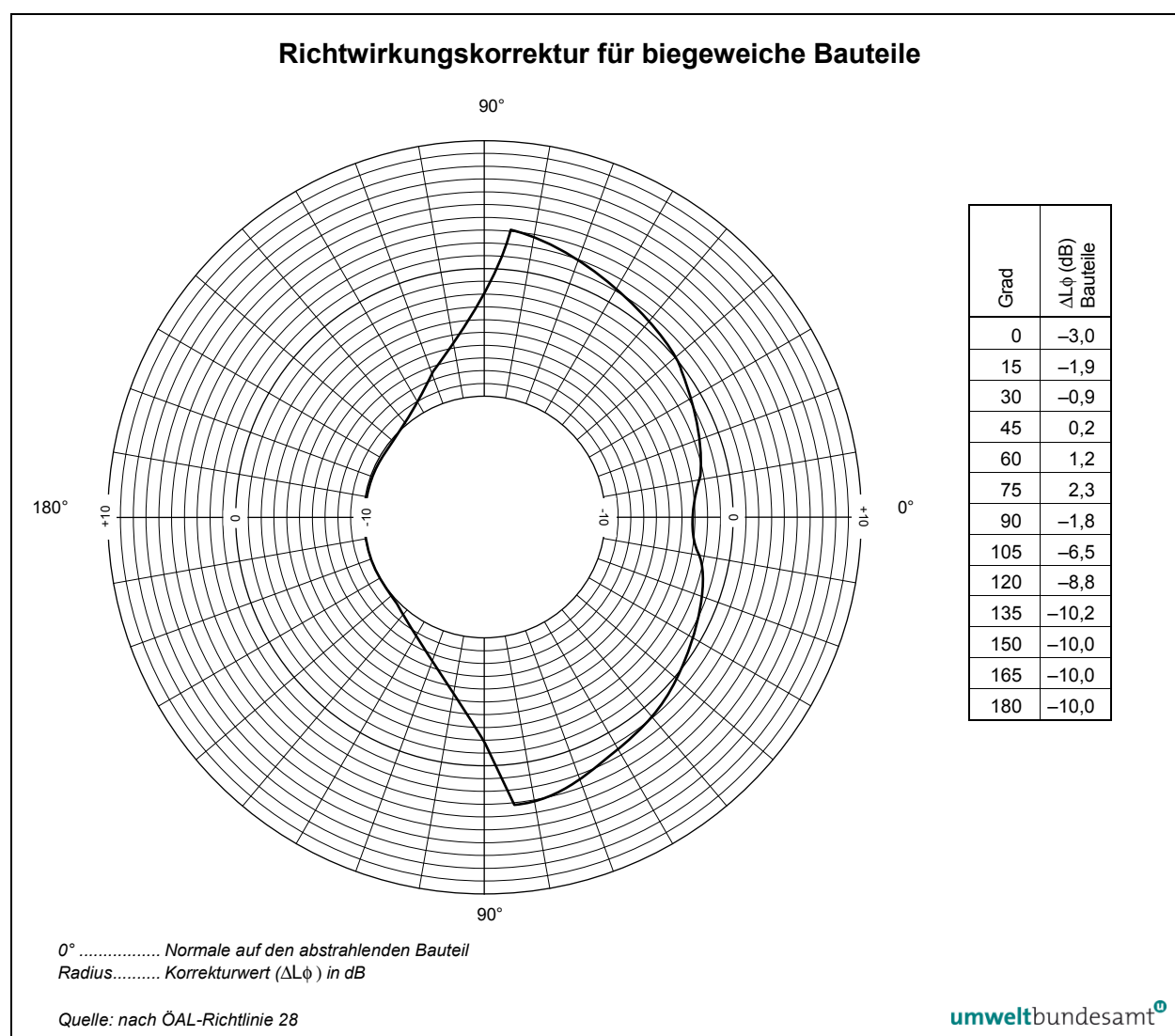


Abbildung 2: Richtwirkungskorrektur für biegeweiche Bauteile.

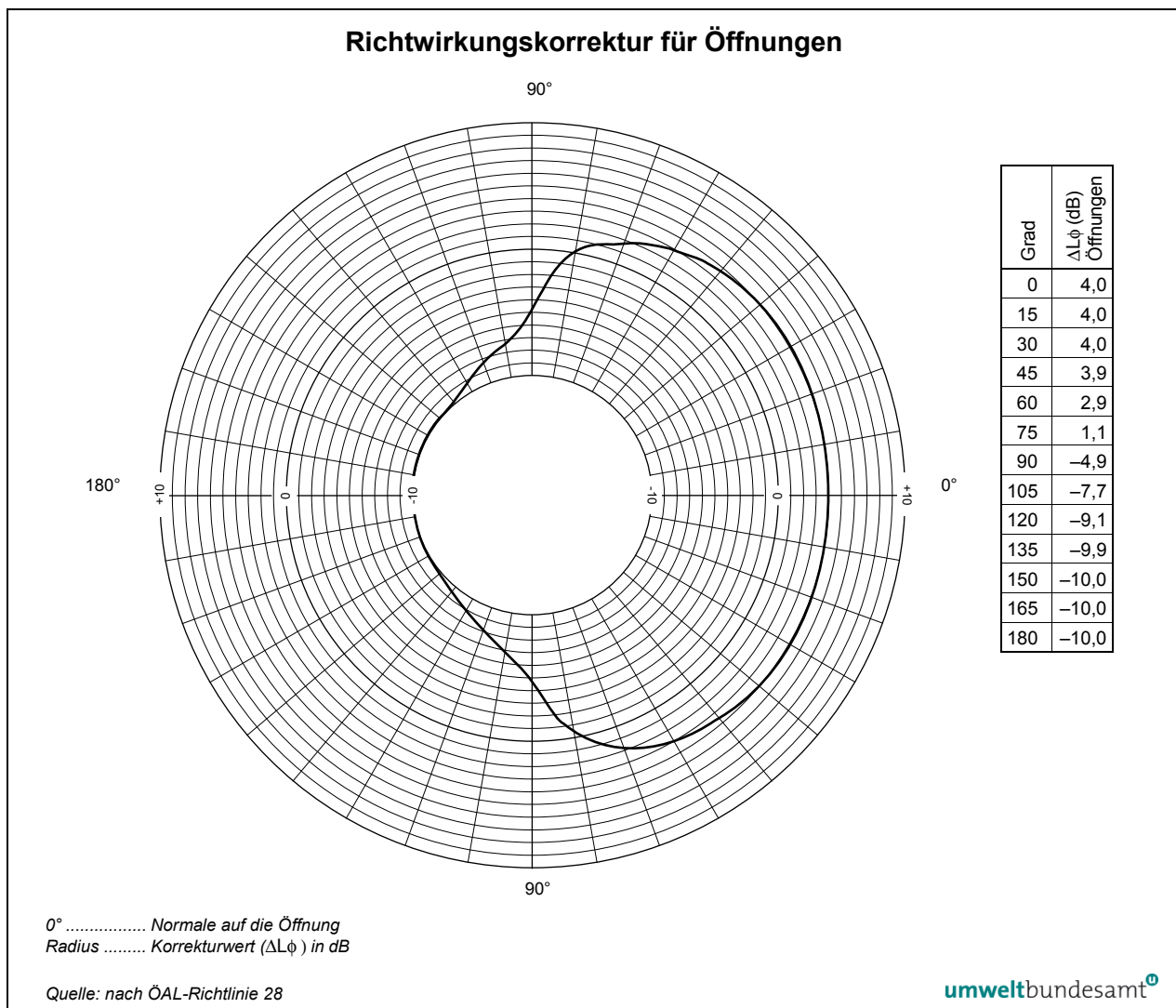


Abbildung 3: Richtwirkungskorrektur für Öffnungen.

6.3 Schalldämmung der Außenbauteile

6.3.1 Einschalige Bauteile (Wände und Decken)

Im landwirtschaftlichen Stallbau finden in aller Regel einschalige Bauteile (Wände, Decken) Verwendung. Die Schalldämmung von dichten, einschaligen, homogenen Wänden und Decken hängt vorrangig von ihrer flächenbezogenen Masse ab.

Undichtheiten, durchgehende Luftkanäle, Installationsleitungen etc. können die Schalldämmung einer Wand unter Umständen stark verringern. Inhomogenitäten (Hohlräume) mit Abmessungen von einigen Zentimetern sind schallschutztechnisch im Allgemeinen als unbedenklich anzusehen (z. B. Hochlochziegel). Bei größeren Hohlräumen kann es jedoch zu Resonanzerscheinungen und dadurch zu einer Beeinträchtigung der Schalldämmung kommen.

6.3.2 Fenster und Türen

Laut Literatur kann für Fenster und Türen von folgenden Schalldämm-Maßen ausgegangen werden:

Tabelle 11: Kenndaten für Fenster, beispielhaft.

Fenster üblicher neuer Bauart, dicht schließend	Dicke (mm)	R _w (dB)	Quelle
Fenster mit Einfachscheibe	3	29	BAYLFU 154 (2000)
Fenster mit Verbundglas, bestehend aus 2 Scheiben Floatglas verbunden mit Gießharz	7	36	BAYLFU 154 (2000)
Fenster mit Zweischeibenisoliervglas, bestehend aus 2 Scheiben und gasgefülltem Scheibenzwischenraum	22	37	BAYLFU 154 (2000)
Fenster mit Dreischeibenisoliervglas, bestehend aus 3 Scheiben und 2 luftgefüllten Scheibenzwischenräumen	27	38	BAYLFU 154 (2000)

Tabelle 12: Kenndaten für Türen, beispielhaft.

Türflächen üblicher Bauart, dicht schließend	R _w (dB)	Quelle
aus Holz	30	Praxisleitfaden Gastgewerbe (UMWELTBUNDESAMT 2008)
mit Stahlblech	35	Praxisleitfaden Gastgewerbe (UMWELTBUNDESAMT 2008)

Für Fenster und Türen ist auf das Vorhandensein und den Zustand der Dichtungen zu achten. Die Ursache von Undichtheiten können auch verzogene Fensterflügel und Türblätter sein.

Bei Türen ohne Anschlag und Dichtung am Boden (mit Fuge) kann unabhängig von Aufbau und Einbau der Tür in der Regel lediglich von einem R_w von 15 dB ausgegangen werden.

Türkonstruktionen ohne Falz, die keinerlei Dichtungen aufweisen, können wie gekippte Fenster berechnet werden. Die Praxis zeigt, dass hier ein Schalldämm-Maß von 10 dB für die Berechnung passend ist.

Dichtungen von Fenstern und Türen

6.4 Maßnahmen zur Verringerung der Schallabstrahlung

Eine Reduktion der Schallabstrahlung aus landwirtschaftlichen Stallgebäuden wird sich in erster Linie auf Räume beschränken, in denen technische Gerätschaften aufgestellt finden (siehe Kapitel 3.3). Meist ist die Schalldämmung von Fenster- und Türflächen zu verbessern.

Diesbezüglich sei angemerkt:

Auflagen zur Vorschreibung bestimmter Maßnahmen zur Schalldämmung sowie die Forderung einer bestimmten Schalldämm-Qualität von Außenbauteilen können wesentliche Änderungen des eingereichten Projektes nach sich ziehen, daher sollte vielmehr eine Überarbeitung des Projektes erfolgen. Jedoch sind Fenster, Belichtungsflächen und Türen nicht in beliebiger Schalldämm-Höhe verfügbar.

Die Betriebsweise der Fenster (offen, geschlossen, gekippt) muss aus den Projektunterlagen eindeutig entnehmbar sein.

7 LÜFTUNGSANLAGEN

7.1 Allgemeines

7.1.1 Aufgaben

Lüftungssysteme in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung üben, im Rahmen einer kontrollierten Klimaführung, einen erheblichen Einfluss auf das Wohlbefinden und die Leistung der Tiere aus. Über die drei Phasen Frischluftzufuhr, zugluftfreie Verteilung und Abfuhr der verbrauchten Luft nehmen Anlagen zur Stalllüftung im Wesentlichen folgende Aufgaben wahr:

- Versorgung der Tiere mit Frischluft,
- Ausgleich von Temperaturunterschieden im Stallraum,
- Abtransport von Feuchtigkeit, Schadgasen und Staub,
- Abführung der Tier- und Strahlungswärme im Sommer.

**Zweck von
Lüftungssystemen**

Die Auswirkungen einer mangelhaften Stall Be- und Entlüftung bzw. einer schlechten Stallluft können vielfältig sein. Das Spektrum reicht hier über Atemwegserkrankungen bei hohen Schadgasgehalten, Verkühlungen durch nasses Haarkleid (Rinder), Förderung des Keim- und Pilzwachstums durch die Kombination Feuchte und Staub bis hin zu nachhaltiger Gefährdung der Tiergesundheit mit abnehmender Leistung.

**Auswirkungen
ineffizienter
Belüftung**

Lüftungsanlagen finden sich im landwirtschaftlichen Bereich aber nicht nur im Bereich der Stalllüftungen sondern auch z. B. für Trocknungsanlagen (siehe Kapitel 7.1.4).

7.1.2 Zwangslüftung

Neben geräuscharmen Systemen zur statischen Lüftung (z. B. Schwerkraftlüftung) kommen zur Luftversorgung von Nutztierställen regelmäßig Ventilatoren zum Einsatz; derartige Lüftungsanlagen werden als Zwangslüftungen bezeichnet. In erster Linie finden hierbei Axialventilatoren Anwendung. Das Axiallaufrad bewegt die Luft ähnlich einem Schiffspropeller. Die an- und abströmende Luft wird in Richtung der Ventilatorachse gefördert.

Eine Zwangslüftung kann in dreierlei Weise ausgeführt werden:

- Unterdrucklüftung
- Überdrucklüftung
- Gleichdrucklüftung

In der landwirtschaftlichen Praxis spielt die Unterdrucklüftung die Hauptrolle. Mittels Ventilator(en) wird die verbrauchte Luft aus dem Stall gesaugt. Der dadurch entstehende geringe Unterdruck führt dazu, dass über Öffnungen in der Gebäudehülle frische Luft in den Stall einströmen kann.

Unterdrucklüftung

Je nach Nutztiergruppe, Alter der Tiere und Jahreszeit ist die Bemessung der Lüftung unterschiedlich. Die erforderliche Luftmenge V (= Lüftrate) wird in m^3/h pro Tier angegeben. Die Temperatur der Außenluft und der Stallluft beeinflussen die erforderliche Lüftrate; ein Außen-Temperaturanstieg geht mit einem Anstieg der Lüftrate bei gleichbleibender Stall-Innentemperatur einher.

Winter- und Sommerlüftrate

Üblicherweise wird in der Beschreibung der Lüftungsanlage zwischen einer Mindestlüftrate (= Winterlüftrate) und einer maximalen Lüftrate (= Sommerlüftrate) unterschieden. Die Winter- bzw. Sommerlüftrate kennzeichnet – als unterste bzw. oberste Grenze – den Leistungsbereich (Volumenstrom, statische Druckerhöhung, Drehzahl) eines Ventilators bzw. eines Stalllüftungssystems. Das Verhältnis von geringster Lüftrate (Winter) zu größter Lüftrate (Sommer) liegt bei einer gegebenen Tierbelegungsdichte zwischen 1:6 und 1:10 und kann beim sogenannten Rein-Raus-Verfahren auf bis zu 1:20 ansteigen. Letzteres bezeichnet ein Zuchtsystem, bei dem sämtliche Mastschweine eines Stalles/Stallabteiles annähernd gleich alt sind. Sie werden zur gleichen Zeit eingestallt und in etwa zum gleichen Zeitpunkt geschlachtet (demgegenüber befinden sich im kontinuierlichen Verfahren Gruppen von Mastschweinen unterschiedlichen Alters im Stall; Zu- und Abgänge erfolgen fortwährend).

Zentrale und dezentrale Abluftführung

In der Praxis wird zwischen zentraler und dezentraler Abluftführung unterschieden. Bei zentralen Abluftsystemen wird über einzelne Absaugpunkte, motorbetriebene Drosselklappen und einen zentralen Sammelkanal die verbrauchte Luft aus dem Stallraum abgeführt. Die Ventilatoren, die sich in einer zentralen Abluftbatterie befinden und einzeln zu- bzw. abgeschaltet werden können, befördern die aus den Stallabteilen abgeführte Luft via Kamin über First ins Freie. In dezentralen Lüftungsanlagen besitzt hingegen jedes Abteil einen eigenen Abluftventilator zum Luftabtransport via Kamin über First.

Unterstützungslüftungen

Abschließend seien hier noch zwei sogenannte Unterstützungslüftungen, die Tunnellüftung und das Umluftverfahren, angeführt.

Bei einer **Tunnellüftung** erfolgt der Abtransport der Abluft nicht über First, sondern horizontal über eine Seitenwand des Stallgebäudes und dient in erster Linie zur Unterstützung der Sommerlüftung. Die Axialventilatoren sind hier in einer der Giebelwände positioniert. Eine Tunnellüftung ist lediglich eine Unterstützungslüftung zu einem konventionellen Lüftungssystem und daher zusätzlich zu berücksichtigen.

In Stallungen mit freier Lüftung (vorwiegend im Rinderbereich) wird häufig das **Umluftverfahren** eingesetzt, das hier vorwiegend der Tierkühlung dient. Die Ventilatoren werden dabei nicht in der Giebelwand sondern im Innenbereich des Stallraumes installiert. Der Schallleistungspegel der Ventilatoren ist für diese Lüftungsvariante in der Emissionsmodellierung gemäß Kapitel 5 (Ermittlung des Stallinnenpegels) zu berücksichtigen.

7.1.3 1. Tierhaltungsverordnung

Lüftungstechnische Anlagen zählen zu den häufigsten Geräuschquellen, denen Tiere im Rahmen der Nutztierhaltung ausgesetzt sein können. Der nachfolgende Absatz beleuchtet kurz die diesbezüglichen tierschutzrechtlichen Vorgaben und dient der zusätzlichen Information.

Die 1. Tierhaltungsverordnung (BGBl. II Nr. 485/2004) führt Mindestanforderungen für die Haltung von Nutztieren an. Dabei wird u. a. auch auf das Thema Lärm in Stallungen Bezug genommen: *„Der Lärmpegel ist so gering wie möglich zu halten. Dauernder oder plötzlicher Lärm ist zu vermeiden. Die Konstruktion, die Aufstellung, die Wartung und der Betrieb der Belüftungsgebläse ... sind so zu gestalten, dass sie so wenig Lärm wie möglich verursachen“*.

Lediglich für die Nutztiergruppe der Schweine wird der Begriff Lärmpegel näher erläutert: *„Der Lärmpegel darf 85 dB(A) nicht überschreiten“*.

7.1.4 Trocknungsanlagen

Geräuschquellen, die zum Teil Gegenstand einer Emissionsbeurteilung im landwirtschaftlichen Bauverfahren sein können, sind Trocknungsanlagen. Eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme findet Verwendung – etwa zur Heutrocknung, Ballentrocknung, Getreidetrocknung, Maistrocknung, Hackschnitzeltrocknung oder Holztrocknung. Die Betriebsdauer variiert dabei je nach zu trocknendem Substrat erheblich und reicht von wenigen Wochen pro Jahr (Maistrocknung), über einige Monate (Heutrocknung, Ballentrocknung) bis hin zu einem potenziell ganzjährigen Einsatz (Hackschnitzeltrocknung).

Für den konkreten Beurteilungsfall ist jedenfalls, wie unter Kapitel 7.2.1 angeführt, eine ausführliche Emissionserklärung des Herstellers für sämtliche schalltechnisch relevanten Quellen einer projektierten Trocknungsanlage vorzulegen. Zusätzlich haben detaillierte Informationen des Projektwerbers zum geplanten Betrieb (Betriebszeiten, Betriebsdauer etc.) mit einzufließen. Die Modellierung ist in Anlehnung an Kapitel 7.2.3 durchzuführen.

7.2 Schallemission von Ventilatoren

7.2.1 Kenndaten

Zur Berechnung der Schallabstrahlung von Lüftungsanlagen bzw. Ventilatoren sind jedenfalls Emissionsangaben des Herstellers oder der ausführenden Lüftungsbaufirma erforderlich - in der Praxis sind Angaben zu Schallleistungspegeln (zum Teil in Oktavbändern) bzw. Schalldruckpegeln (zur Umrechnung in Schallleistungspegel) für eine Vielzahl der Ventilatoren erhältlich. Die Messprotokolle geben jedoch in der Regel nur Auskunft über die Schallabstrahlung bei einem bestimmten Betriebszustand – meist bei Bemessungsdrehzahl. Ist in der Emissionsmodellierung, hinsichtlich des Betriebs der Lüftungsanlage, lediglich ein „Worst-Case-Szenario“ zu beurteilen, findet der schalltechnische Sachverständige mit diesen Angaben das Auslangen.

Häufig sind auch die Schallemissionen auszuweisen, die aus einem Betrieb der Lüftungsanlage unter unterschiedlichen Luftraten (z. B. Winter- und Sommerluftrate) resultieren. Detaillierte Kennliniendiagramme des Herstellers sind dazu nötig.

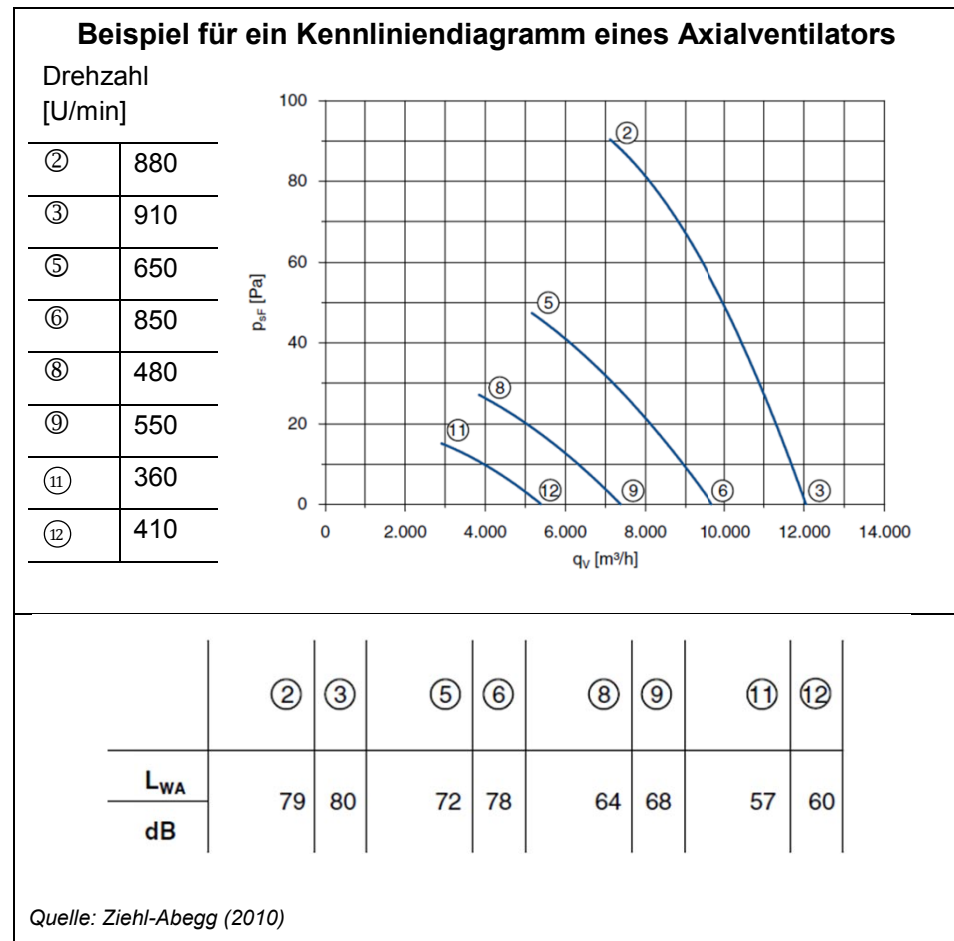


Abbildung 4: Beispiel für ein Kennliniendiagramm eines Axialventilators bei unterschiedlichen Leistungsstufen mit Angabe der Schallleistungspegel bei verschiedenen Drehzahlen.

7.2.2 Luftraten

Winterluftrate Hinsichtlich des Betriebs der Lüftungsanlage eines Stallgebäudes unter unterschiedlichen Luftraten sei Folgendes bemerkt: Aus tiergesundheitlichen Gründen ist davon auszugehen, dass von Ende Oktober bis Ende März die Be- und Entlüftung der Abteile ausschließlich mittels Winterluftrate erfolgt. Eine Belüftung mit höheren Luftraten könnte ein zu starkes Absinken der Innentemperatur der Stallabteile und damit einhergehend zu einer Gefährdung der Tierbestände führen.

Sommerluftrate Der Betrieb unter Sommerluftrate findet maximal – und dies nicht durchgehend – fünf Wochen in den wärmeren Monaten des Jahres statt. Selbst in den Monaten Juli und August ist die Lüftungsanlage nicht ständig auf 100 % Leistung ein-

gestellt. Es besteht einerseits die Gefahr, dass durch Ansaugen von warmer Außenluft die Temperatur in den Stallungen zu stark ansteigt; andererseits können z. B. Ferkelabteile während der Sommernächte auch nicht durchgehend mit Sommerluftrate belüftet werden, da die Gefahr einer zu starken Temperaturabsenkung in den Stallungen besteht.

Während der übrigen Monate kann für die Be- und Entlüftung der Stallabteile von einer Luftrate ausgegangen werden, die im Mittel zwischen Sommer- und Winterluftrate liegt.

Werden projektgemäß unterschiedliche Luftraten beantragt, so sind für alle diese Betriebsweisen die Auswirkungen der Schallimmissionen durch die Lüftungsanlagen darzustellen und zu bewerten. Andernfalls ist mit der Auslegungsluftrate als Ausgangsgröße zu rechnen.

7.2.3 Richtwirkung von Abluftkaminen

Problematisch bei der Anwendung der Richtwirkungskorrektur ist, dass die aus VDI 3733 vorliegenden Korrekturwerte aus Untersuchungen an Schornsteinen mit großen Durchmessern (5–7 m) stammen. Diese Daten bilden die Basis der Berechnung der Abstrahlcharakteristik in gängigen Schallimmissionsprogrammen und sind nicht ohne Weiteres auf die landwirtschaftlichen Verhältnisse (ca. 0,3–0,9 m Kamindurchmesser) übertragbar.

Im Zuge der Entwicklung des vorliegenden Leitfadens wurde versucht, spezifische Werte für die Richtwirkungskorrektur zur Modellierung landwirtschaftlicher Abluftkamine zu ermitteln, um zukünftig genauere Immissionsberechnungen zu ermöglichen. Dabei konnten in einem kombinierten Luft- und Geräuschprüfstand die Abstrahlcharakteristika zweier Kamine unterschiedlichen Durchmessers (0,65 m und 0,82 m) erfasst werden.

Frequenzabhängige Richtwirkung

Deutlich zeigt sich eine frequenzabhängige Richtwirkung in der Abstrahlcharakteristik landwirtschaftlicher Kamine. Diese gründet sich auf dem Verhältnis des Rohrdurchmessers zur Wellenlänge. In Frequenzbändern mit Wellenlängen kleiner dem Kamindurchmesser treten deutliche Richtwirkungsunterschiede zu Tage, die gemäß Abbildung 3 zu berücksichtigen sind. Unterhalb der Grenzfrequenz ($\lambda >$ Kamindurchmesser) ist die Abstrahlung als Kugelstrahler zu modellieren. Dieses Ergebnis deckt sich mit Angaben in der Fachliteratur (HENN et al. 2008).

Entsprechend Tabelle 13 ist im konkreten Beurteilungsfall anhand des Durchmessers der projektierten Abluftkamine die jeweilige Grenzfrequenz zu ermitteln.

Tabelle 13: Oktavbänder und zugehörige Wellenlängen. (Quelle: nach WILLEMS et al. 2006)

Oktavband [Hz]	Wellenlänge [m]
63	5,4
125	2,7
250	1,4
500	0,68
1.000	0,34
2.000	0,17
4.000	0,085
8.000	0,042

Werden Berechnungen bei vertikal ausblasenden Kaminen mit Kugelstrahlern ohne Richtwirkung in allen Frequenzbändern durchgeführt, so führt dies zu einer Überschätzung der Immissionen. Die Ergebnisse liegen somit auf der sicheren Seite.

7.2.4 Modellbildung

Die Immissionsberechnung von Abluftanlagen bzw. Ventilatoren ist, unter Berücksichtigung der untenstehenden Hinweise, gemäß ÖNORM ISO 9613-2 durchzuführen bzw. in Anlehnung an die Bedienungshinweise (Modellbildung Abluftkamin) der verwendeten Software zur Berechnung der Schallabstrahlung und -ausbreitung zu modellieren.

Hinweise zur Modellierung von Lüftungsanlagen

- Positionierung der Quellen in Form von Punktschallquellen entsprechend der Planangaben (Abluftführung via Kamin oder Giebelwand),
- Bei nichtlinearer Abluftführung (z. B. via Umlenkungen) kann die Schallpegelabnahme innerhalb der Rohrleitung gemäß VDI 3733 berücksichtigt werden,
- Versehen der Schallemission mit dem generellen Anpassungswert von + 5 dB,
- Berücksichtigung der Richtwirkungskorrektur gemäß Kapitel 6.2 bzw. Kapitel 7.2.4,
- Durchführung der Ausbreitungsrechnung auf Basis des Referenzspektrums für Rosa Rauschen bzw. entsprechend der Oktavband-Angaben des Herstellers.

7.2.5 Berechnungsbeispiel Abluftkamin

gegeben:

- Kaminhöhe: 14 m
- Kamindurchmesser: 820 mm
- Ventilator: Testvan 080, $L_{W,gesamt} = 84,7$ dB (Angaben gemäß Hersteller)

Tabelle 14: Oktavbänder und lineare Schallleistungspegel.

Oktavband [Hz]	L _{W,linear} [dB]
63	72,3
125	79,5
250	78,6
500	74,5
1.000	75,1
2.000	75,5
4.000	72,9
8.000	65,4

gesucht:

- Ermittlung des Beurteilungspegels an zwei jeweils 50 m entfernten Immissionspunkten unter Berücksichtigung der Richtwirkung. IP 1 liegt direkt im Winkel von 90° zur Ausblasöffnung des Kamins, IP 2 im Winkel von 105°.

1. Ermittlung der Grenzfrequenz (siehe Kapitel 7.2.3)

Der Oktavbandbereich, in dem die Richtwirkungskorrektur für Kugelstrahler in jene für Öffnungen in der Modellierung überzuführen ist, liegt im gegenständlichen Beispiel zwischen 250 Hz und 500 Hz.

Die Wellenlängen der Oktavbänder 63 Hz, 125 Hz und 250 Hz sind größer als der gegebene Kamindurchmesser. Die Abstrahlung ist als Kugelstrahler zu modellieren.

Die Wellenlängen für die Oktavbänder 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz und 8.000 Hz sind kleiner als der Durchmesser des Kamins (gemäß Tabelle 13). Für diese Oktavbänder ist die Richtwirkungskorrektur für Öffnungen (Abbildung 3: Richtwirkungskorrektur für Öffnungen.) zu berücksichtigen.

2. Gemäß nachfolgender Tabelle lineare Schallleistungs-Oktavbandpegel des Ventilators in A-bewertete Pegel überführen

Tabelle 15: Oktavbänder und Korrekturwerte für die A-Bewertung (Quelle: nach WILLEMS et al. 2006)

Oktavband [Hz]	A-Bewertung [dB]
63	– 26,2
125	– 16,1
250	– 8,6
500	– 3,2
1.000	0
2.000	1,2
4.000	1
8.000	– 1,1

Tabelle 16: Oktavbänder und A-bewertete Schalleistungspegel des Ventilators.

Oktavband [Hz]	L _{W,A} [dB]
63	46,1
125	63,4
250	70,0
500	71,3
1.000	75,1
2.000	76,7
4.000	73,9
8.000	64,3

$$L_{WA,gesamt} = 81,2 \text{ dB}$$

3. Schallemission mit generellem Anpassungswert von + 5 dB versehen

$$L_{WA,r,gesamt} = L_{WA,gesamt} + 5 \text{ dB} = 86,2 \text{ dB}$$

Tabelle 17: Oktavbänder und A-bewertete Schalleistungspegel des Ventilators inklusive + 5 dB Anpassungswert.

Oktavband [Hz]	L _{WA,r} [dB]
63	51,1
125	68,4
250	75,0
500	76,3
1.000	80,1
2.000	81,7
4.000	78,9
8.000	69,3

$$L_{WA,r,gesamt} = 86,2 \text{ dB}$$

4. Berechnung der Ausbreitungsdämpfung des Ventilators (Punktschallquelle) über die Halbkugel

$$L_{p,A} = L_{WA,r,gesamt} - 10 * \log\left(\frac{2 * \pi * r^2}{r_0^2}\right)$$

$$L_{p,A} = 86,2 - 10 * \log\left(\frac{2 * \pi * 50^2}{r_0^2}\right)$$

$$L_{p,A} = 44,2 \text{ dB}$$

$$A_{div} \text{ (Ausbreitungsdämpfung)} = L_{WA,r,gesamt} - L_{p,A} = 42 \text{ dB}$$

5. Berücksichtigung der Richtwirkungskorrekturen (ΔL_ϕ) für 90° und 105° für Kugelstrahler bzw. Öffnungen (gemäß Abbildung 3) – Achtung Grenzfrequenz!

Tabelle 18: Oktavbänder und Korrekturwerte für die Richtwirkung bei 90° von Kugelstrahlern (63–250 Hz) und von Öffnungen (500–8.000 Hz).

Oktavband [Hz]	ΔL_ϕ bei 90° [dB]
63	0
125	0
250	0
500	– 4,9
1.000	– 4,9
2.000	– 4,9
4.000	– 4,9
8.000	– 4,9

Tabelle 19: Oktavbänder und Korrekturwerte für die Richtwirkung bei 105° von Kugelstrahlern (63–250 Hz) und von Öffnungen (500–8.000 Hz).

Oktavband [Hz]	ΔL_ϕ bei 105° [dB]
63	0
125	0
250	0
500	– 7,7
1.000	– 7,7
2.000	– 7,7
4.000	– 7,7
8.000	– 7,7

Tabelle 20: Oktavbänder und A-bewertete Schalleistungspegel; Korrekturwerte für die Richtwirkung bei 90° berücksichtigt.

Oktavband [Hz]	$L_{WA,r,90^\circ}$ [dB]
63	51,1
125	68,4
250	75,0
500	71,4
1.000	75,2
2.000	76,8
4.000	74,0
8.000	64,4

Tabelle 21: Oktavbänder und A-bewertete Schallleistungspegel; Korrekturwerte für die Richtwirkung bei 105° berücksichtigt.

Oktavband [Hz]	$L_{WA,r,105^\circ}$ [dB]
63	51,1
125	68,4
250	75,0
500	68,6
1.000	72,4
2.000	74,0
4.000	71,2
8.000	61,6

6. Berechnung der Beurteilungspegel der Schallimmissionen des Ventilators an den Immissionspunkten IP 1 und IP 2.

Tabelle 22: Oktavbänder, Ausbreitungsdämpfung und A-bewerteter Beurteilungspegel am IP 1.

Oktavband [Hz]	A_{div} [dB]	IP 1 [dB]
63	42	9,1
125	42	26,4
250	42	33,0
500	42	29,4
1.000	42	33,2
2.000	42	34,8
4.000	42	32,0
8.000	42	22,4

$$L_{A,r IP 1} = 40,1 \text{ dB}$$

Tabelle 23: Oktavbänder, Ausbreitungsdämpfung und A-bewerteter Beurteilungspegel am IP 2.

Oktavband [Hz]	A_{div} [dB]	IP 2 [dB]
63	42	9,1
125	42	26,4
250	42	33,0
500	42	26,6
1.000	42	30,4
2.000	42	32,0
4.000	42	29,2
8.000	42	19,6

$$L_{A,r IP 2} = 38,1 \text{ dB}$$

7.3 Maßnahmen

Die Verwendung bzw. der Einbau von schalldämpfenden Elementen ist grundsätzlich auch in landwirtschaftlichen Lüftungssystemen möglich. In der Praxis ist diese Maßnahme bislang jedoch kaum verbreitet. Schalldämpfer können dann zum Einsatz gelangen, wenn eine Emissionsreduktion der Lüftungsanlage notwendig ist.

Schalldämpfer zur Emissionsreduktion

Im Teillastbetrieb sind die Schallemissionen derselben Lüftungsanlage niedriger als bei Volllast. Wenn für die ordnungsgemäße Be- und Entlüftung der Stallungen nicht 100 % der Lüftungsleistung notwendig ist, kann durch eine Einschränkung auf ausschließlichen Teillastbetrieb auch die Lärmemission begrenzt werden. Bei dieser Vorgangsweise ist durch technische Maßnahmen die Einhaltung jenes Betriebszustandes sicherzustellen, der auch der Beurteilung zugrunde liegt.

Teillastbetrieb zur Emissionsreduktion

Eine sorgfältige Betrachtung der Emissionen und Immissionen von Luftschadstoffen ist bei dieser Maßnahme voranzusetzen.

8 TIERISCHE SCHALLEMISSIONEN UNTER ETHOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN

8.1 Allgemeines

Unter Kapitel 3.4.2 finden sich einleitend kurze Hinweise zum Zusammenhang zwischen tierspezifischem Verhalten und Lautäußerungen. Die folgenden Kapitel bringen den Sachverständigen nun die typischen, artspezifischen Verhaltensmuster der jeweiligen Nutztiergruppe näher und erläutern im Detail, in welchen Situationen bzw. zu welchen Zeiten mit welcher Art und Intensivität von Geräuschemissionen zu rechnen ist.

8.2 Verhalten und Lautäußerung

natürliches Verhalten von Nutztieren

Auch nach langer Zeit der Domestikation ist bei landwirtschaftlichen Nutztieren das natürliche Verhaltensrepertoire ihrer wild lebenden Vorfahren noch vorhanden. Im Hinblick auf die Verhaltensabläufe lässt sich ein deutlicher Rhythmus erkennen, der endogen (vom Tier ausgehend) bestimmt ist, jedoch in einem klaren Bezug zu zeitlichen Veränderungen von Umweltfaktoren steht.

Es wird zwischen jahreszeitlichem (circannuaem) und tageszeitlichem (circadianem) Rhythmus unterschieden. Bei im natürlichen Lebensraum lebenden Tieren wirken insbesondere die Nahrungsverfügbarkeit sowie die Klima- und Lichteinflüsse als exogen (von außen) steuernde Faktoren. Bei unter menschlicher Nutzung in Stallungen gehaltenen Tieren übt der Arbeits- und Managementablauf der Tierbetreuung den wesentlichsten Einfluss aus.

In Abhängigkeit von diesen Rhythmen sind auch die Lautäußerungen von Tieren und die von Haltungssystemen emittierten Geräusche tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Ausgehend vom natürlichen Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere und unter Berücksichtigung der Arbeitsabläufe sowie der Nutzungsrichtung wird nachstehend ein Konnex zu den potenziellen Geräuschemissionen hergestellt. Auf einzelne oder leise Lautäußerungen, die sich aus dem Verhalten der Tiere ergeben (z. B. leises Muhen oder Grunzen, um Jungtier zur Milchaufnahme zu locken oder Kontakt zu halten) wird nicht näher eingegangen.

Funktionskreise

Das Verhalten von Tieren lässt sich in mehrere Funktionskreise gliedern:

- Sozialverhalten
- Ruheverhalten
- Fortbewegung
- Nahrungsaufnahmeverhalten
- Fortpflanzungsverhalten
- Komfortverhalten
- Ausscheidungsverhalten
- Spiel- und Erkundungsverhalten

In den letzten Jahren wurde in der Forschung verstärktes Augenmerk auf die Analyse von Lautäußerungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren gelegt. Es gibt wissenschaftliche Untersuchungen zur Qualität, Ausprägung und Bedeutung von Lautäußerungen, aber nur wenige zur damit verbundenen Lärmentwicklung. Aus diesem Grunde wird in diesem Leitfaden nicht nur wissenschaftliche Literatur aufgearbeitet, sondern es fließen auch wertvolle, praktische Erfahrungen von LandwirtInnen mit ein.

8.3 Rinder

Das Verhalten von Rindern unterliegt einem circadianen Rhythmus. Rinder sind tag- und dämmerungsaktive Tiere. Unter reinen Weidebedingungen stellt der Tag-Nacht-Wechsel den wichtigsten Zeitgeber dar, während in intensiveren Produktionssystemen anthropogene (vom Menschen verursachte) Zeitgeber, wie Fütterung und Melken, diese Funktion übernehmen.

Circadianer Rhythmus

Rinder zeigen generell **nur sehr wenige Lautäußerungen**, die jedoch einer beträchtlichen individuellen Variabilität unterliegen (WATTS et al. 2001). Die meisten Lautäußerungen sind im Zusammenhang mit dem Fortpflanzungsverhalten (Sexualverhalten und Mutter-Kind-Verhalten) zu finden.

Im Rahmen des Sozialverhaltens erfolgt die Kommunikation in erster Linie durch die Körperhaltung. Lediglich wenn Tiere (z. B. für Managementmaßnahmen) aus der Herde isoliert werden, kann es zu vorübergehender Vokalisation kommen (MARCHANT-FORDE et al. 2002). Auch in den Funktionskreisen Ausscheidungsverhalten, Ruheverhalten, Fortbewegungsverhalten und Komfortverhalten treten kaum Lautäußerungen auf.

Sozialverhalten

Das Futteraufnahmeverhalten erfolgt ebenfalls ohne nennenswerte Lautäußerung, lediglich bei starkem Hunger oder Durst machen die Tiere durch „Brüll-Laute“ auf sich aufmerksam. Fachgerecht betriebene Ad-libitum-Fütterungssysteme haben dabei den Vorteil, dass den Tieren ständig Futter zur Verfügung steht. Selbsttränkesysteme, mit denen den Tieren Wasser zur freien Aufnahme angeboten wird, sind gängige Praxis.

Futteraufnahmeverhalten

Nachfolgend wird anhand der gängigsten Nutzungsrichtungen in der Rinderhaltung näher auf die Lautäußerungen von Rindern eingegangen.

Milchviehhaltung

In der Milchviehhaltung werden Kühe mit Nachzucht und teils auch zugekauften Kalbinnen und Kälbern am selben Betrieb, aber in getrennten Haltungssystemen, gehalten. Lautäußerungen treten hauptsächlich in Zusammenhang mit der Fortpflanzung und der Entwöhnung der Kälber auf.

Hausrinder sind hinsichtlich der Fortpflanzung asaisonale Tiere. Die Zyklusdauer des Rindes beträgt 21 Tage, die Trächtigkeitsdauer durchschnittlich 280 Tage. Während der Hochbrunst (Dauer: 7–16 Std.) steigt die Vokalisationshäufigkeit von Rindern an, d. h. die Tiere geben häufiger Laute von sich als außerhalb der Brunstperiode. Allerdings bestehen große individuelle Unterschiede in der Vokalisation (SCHÖN et al. 2006a; WINCKLER 2009). Bei normalem Ablauf des

Sexualverhalten

Zyklus beträgt diese Erhöhung der Lauthäufigkeit maximal drei Tage pro Kuh und Jahr. Aufgrund der großen individuellen Unterschiede wird die Brunst aber auch bei vielen Tieren ohne nennenswerte Vokalisation vorübergehen.

Mutter-Kind-Verhalten

In der Natur findet das natürliche Absetzen gegen Ende des ersten Lebensjahres statt. In der Milchviehhaltung werden die Kälber innerhalb der ersten Tage nach der Geburt von der Mutter getrennt. Der optimale Zeitpunkt für die Trennung ist wissenschaftlich noch nicht abschließend geklärt (Faktoren: Hygiene, Arbeitswirtschaft, Wohlbefinden, Vitalität). Untersuchungen zeigen, dass mit zunehmender Verweildauer des Kalbes bei der Mutter die Verhaltensreaktionen auf die Trennung stärker werden und ab dem 4. Lebenstag mit einer festen Bindung gerechnet werden muss (WINCKLER 2009). Häufig erfolgt in der Milchviehhaltung die Trennung des Kalbes von der Kuh unmittelbar nach der Geburt (SAMBRAUS et al. 2002) oder innerhalb der ersten Lebensstunden, sodass hier im Allgemeinen mit keinen nennenswerten Vokalisationen zu rechnen ist.

Mit zunehmendem Alter der Kälber wird die Milch nicht durch Saugen am Euter der Mutter aufgenommen, sondern erfolgt die Ernährung über Fütterungseinrichtungen durch den Menschen. Beim Absetzen der Milch oder des Milchaustauschers kann es in den ersten 1–3 Tagen, vor allem zur gewohnten Fütterungszeit, kurzzeitig zu vermehrten Lautäußerungen der Kälber kommen.

Mutterkuhhaltung

In der Mutterkuhhaltung werden Kühe mit Nachzucht in einem gemeinsamen Haltungssystem im Herdenverband gehalten. Meist befindet sich auch ein Zuchtstier in der Herde. Lautäußerungen treten auch hier hauptsächlich in Zusammenhang mit der Fortpflanzung auf.

Sexualverhalten

Das Sexualverhalten wurde bereits im Kapitel Milchviehhaltung näher erläutert. In der Mutterkuhhaltung kommt, im Gegensatz zur Milchviehhaltung, häufiger der Natursprung anstatt der künstlichen Besamung zum Einsatz. Die Kühe werden im Durchschnitt früher trächtig, die Erhöhung der Lauthäufigkeit betrifft maximal einen Tag pro Kuh und Jahr.

Mutter-Kind-Verhalten

In der Mutterkuhhaltung werden die Kälber im Alter von fünf bis acht Monaten abgesetzt. Hier liegt bereits eine starke Bindung vor und sowohl Kuh als auch Kalb reagieren mit einer intensiven Vokalisation. Am ersten Tag nach dem Absetzen werden bis zu 500 Rufe durch das Kalb abgegeben, und es dauert mehrere Tage, bis diese intensive Lautgebung abgeklungen ist (WINCKLER 2009). Um den Absetzstress für die Tiere zu verringern wird zunehmend eine schrittweise Trennung durchgeführt (HALEY et al. 2005). Bei gruppiertem Winterabkalbung werden die Kälber im darauffolgenden Herbst abgesetzt (SAMBRAUS et al. 2002), sodass nur einmal im Jahr mit einer Periode derartiger Lautäußerungen zu rechnen ist.

Rindermast

Je nach Geschlecht, Alters- und Gewichtsklasse spricht man von Stiermast, Ochsenmast, Kalbinnenmast oder Kälbermast, wobei jeweils eine Tierkategorie in einem Haltungssystem gehalten wird.

Bei dieser Nutzungsrichtung ist kaum mit Lautäußerungen zu rechnen (Ausnahme: starker Hunger oder Durst – wie bereits oben beschrieben).

8.4 Schweine

Die Vokalisation von Schweinen hängt eng mit dem Level der Aufregung zusammen. PUPPE et al. (2005) sowie SCHÖN et al. (2006b) teilen die Laute in nieder- und hochfrequente ein (< 1.000 Hz; > 1.000 Hz). In Situationen, die für das Tier frustrierend oder schmerzhaft sind (Management- und Tierbehandlungsabläufe, soziale Isolation, Kastration, Absetzen der Ferkel), treten in erster Linie hochfrequente, tonale Laute zu Tage (IMFELD-MUELLER et al. 2011). Die niederfrequenten, weniger tonalen Laute treten vorwiegend bei Aggressivität (MANTEUFFEL et al. 2004) und bei der sozialen Kontaktaufnahme (KILEY 1972; FRASER 1974) auf.

Die Schweinehaltung umfasst die Zuchtsauenhaltung, die Ferkelaufzucht und die Mastschweinehaltung. Werden Zucht- und Mastschweine innerhalb eines Betriebes gehalten, spricht man von einem geschlossenen System.

Nachfolgend wird anhand dieser Nutzungsrichtungen auf die Lautäußerungen von Schweinen eingegangen.

Zuchtsauenhaltung

In der Zuchtsauenhaltung durchläuft die Sau verschiedene Haltungsbereiche: Deckzentrum, Wartestall und Abferkelstall. Eber werden in größeren Sauenbeständen meist nur zur Brunststimulation und -kontrolle eingesetzt und in einer Eberbucht gehalten. Die Sauen werden überwiegend künstlich besamt (VON BORELL et al. 2002). Lautäußerungen treten in der Zuchtsauenhaltung insbesondere in Zusammenhang mit dem Nahrungsaufnahme-, Sozial- und Mutter-Kind-Verhalten und bei spezifischen Managementabläufen auf. Der Managementablauf in der Zuchtsauenhaltung erfolgt im 1- oder 3-Wochenrhythmus, welchem die lärmverursachenden Ereignisse folgen. Unter Produktionsrhythmus ist dabei das festgesetzte Intervall, in dem z. B. Ferkel abgesetzt werden, zu verstehen. Je größer der Sauenbestand, desto häufiger ist mit diesen Ereignissen zu rechnen.

Schweine sind Synchronfresser; dabei ist ein biphasischer Futteraufnahme-rhythmus auch bei Ad-libitum-Fütterung feststellbar. Es sind zwei Peaks des Futteraufnahmeverhaltens in 24 Stunden zu erkennen: zwischen 6 und 9 Uhr und zwischen 15 und 18 Uhr. Verschiedene Autoren (SCHÖN et al. 2004; BASSET & BUCHANAN-SMITH 2007) stellten fest, dass die Vokalisationshäufigkeit und das Ausrufen von Stressschreien bzw. vermehrtes aggressives Verhalten vor der Fütterungszeit zu beobachten ist. Dabei ist das Ausmaß der Vokalisation sehr stark vom verwendeten Fütterungssystem abhängig. Bei rationierter Fütterung erfolgt eine dosierte Futtervorlage (üblicherweise 2- bis 3-mal am Tag) am Trog, wobei bereits beim Anlaufen der Fütterungsanlage die Vokalisation steigt. Bei Ad-libitum-Fütterung wird den Tieren ständig Futter an Automaten oder Trögen angeboten, dies führt zu geringerer Vokalisation. Als weiterer Faktor ist das Tier-Fressplatz-Verhältnis zu sehen. Je mehr Tiere sich einen Fressplatz teilen müssen, umso eher kommt es zu Verdrängungen und sozialen Auseinandersetzungen und in der Folge zu vermehrten Lautäußerungen.

Nahrungsaufnahme- verhalten

In der Praxis ist eine Vielzahl unterschiedlicher Fütterungssysteme in Verwendung (Trog mit Sichtblenden, Einzelfressstände, Dribbelfütterung, Abruffütterung etc.), die sich jeweils spezifisch auf das Nahrungsaufnahmeverhalten auswirken.

Wie dargestellt, wird die Nahrungsaufnahme von Schweinen von endogenen und exogenen Faktoren (Fütterungstechnik, Gruppengröße, Tier-Fressplatz-Verhältnis usw.) beeinflusst. Aus diesem Grund kann das Ausmaß der Lautäußerungen im Einzelfall von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich sein.

Mutter-Kind-Verhalten

Schweine haben eine mittlere Zyklusdauer von 21 Tagen und eine Trächtigkeitsdauer von durchschnittlich 115 Tagen. Die Ferkel werden bis zu einem Alter von 21–42 Tagen gesäugt. Kurz vor dem Saugakt bzw. beim Suchen der bevorzugten Zitzen geben Ferkel Laute, die als Piglet high grunts bezeichnet werden, ab (KILEY 1972). Saugferkel nehmen etwa 24-mal pro Tag, Absetzferkel etwa 11-mal pro Tag Milch am Gesäuge der Sau auf. Beim Absetzen geben die Tiere charakteristische Laute ab (HOFMANN 2011), diese können etwa 2–3 Tage andauern, insbesondere wenn die Ferkel das Muttertier sehen können.

Sozialverhalten

Im Sozialverhalten der Schweine hat die akustische Kommunikation, die innerhalb und zwischen Gruppen besteht, eine große Bedeutung (HOFMANN 2011). Sauen und Jungsauen werden im Zeitraum zwischen Decken und Abferkelung vorwiegend in Gruppen gehalten. Bei der Gruppenbildung muss sich zu Beginn eine Rangordnung ausbilden, Rangkämpfe und damit verbundene Lautäußerungen sind häufig unvermeidlich. Es ist davon auszugehen, dass diese Vorgänge innerhalb eines Tages beendet sind.

Managementabläufe

Ferkel erhalten üblicherweise innerhalb der ersten drei Lebenstage eine Eiseninjektion und die männlichen Ferkel werden innerhalb der ersten sieben Lebenstage kastriert. Bei dem damit verbundenen Handling kommt es bei den Ferkeln zu erheblichen, kurzzeitigen Lautäußerungen.

Ferkelaufzucht

Ferkel werden mit 21–42 Tagen von der Mutter abgesetzt und bis zu einer Lebendmasse von 20–30 kg im Aufzuchtstall gehalten. Die Trennung von der Sau ist für die Ferkel ein einschneidendes Ereignis. Lautäußerungen ergeben sich dabei im Rahmen des Nahrungsaufnahmeverhaltens und des Mutter-Kind-Verhaltens (vgl. Kapitel Zuchtsauenhaltung).

Mastschweinehaltung

Die Haltung von Mastschweinen erfolgt in einem weniger untergliederten Haltungssystem als die von Zuchtsauen. Häufig werden die Tiere jedoch für die Vor- und Endmast in Abhängigkeit vom Körpergewicht getrennt aufgestellt. Das früher vorherrschende Verfahren der kontinuierlichen Stallbelegung wird heute immer mehr durch das Rein-Raus-Verfahren (sämtliche Mastschweine eines Stallabteiles weisen annähernd das gleiche Lebensalter auf; sie werden gleichzeitig eingestallt und in etwa zum gleichen Zeitpunkt geschlachtet) abgelöst. Als Lärm verursachende Verhaltensweise ist in der Mastschweinehaltung insbesondere das Nahrungsaufnahmeverhalten zu sehen.

Wie bereits in Kapitel Zuchtsauenhaltung beschrieben, ist vor und zu Beginn der Fütterungszeit mit vermehrter Vokalisation zu rechnen, wobei das Ausmaß vom Fütterungssystem (Fütterungstechnik, Gruppengröße, Tier-Fressplatz-Verhältnis etc.) beeinflusst wird. In der Mastschweinehaltung werden unterschiedliche Fütterungssysteme eingesetzt (z. B. Längs-/Quertrog, Trockenfutterautomaten, Breifutterautomaten, Flüssigfütterungssysteme), wobei sowohl rationierte als auch Ad-Libitum-Fütterung betrieben wird.

**Nahrungsaufnahme
verhalten**

8.5 Schafe und Ziegen (kleine Wiederkäuer)

Schafe und Ziegen sind tagaktive Tiere mit Ruhe- und Wiederkauzeiten auch während des Tages. Sowohl Schafe als auch Ziegen zeigen **nur sehr wenige Lautäußerungen**.

Das Ausdrucksverhalten von Schafen ist generell sehr gering, weshalb sie auch als „stille Dulder“ bezeichnet werden. In den Funktionskreisen Sozialverhalten, Ausscheidungsverhalten, Ruheverhalten, Fortbewegungsverhalten und Komfortverhalten treten kaum Lautäußerungen auf. Einzelhaltung oder auch die nur zeitweise Trennung von der Herde, wenn z. B. Tiere für Managementmaßnahmen aus der Herde isoliert werden, führen jedoch zu einer erheblichen Stressbelastung (SIEBERT et al. 2011). In Stress-Situationen oder für die Tiere unbekannten Situationen kann es zu vermehrter Vokalisation, insbesondere bei Jungtieren, kommen.

**geringes
Ausdrucksverhalten**

Das Futteraufnahmeverhalten erfolgt gleichfalls ohne nennenswerte Lautäußerung, lediglich bei starkem Hunger oder Durst machen die Tiere durch verstärkte Vokalisation auf sich aufmerksam. Ad-libitum-Fütterungssysteme und Selbsttränkesysteme, mit denen den Tieren Futter und Wasser zur freien Aufnahme angeboten werden, sind gängige Praxis. Die meisten Lautäußerungen sind im Zusammenhang mit dem Fortpflanzungsverhalten (Sexualverhalten und Mutter-Kind-Verhalten) zu finden.

**Futteraufnahme-
und Fortpflanzungs-
verhalten**

Nachfolgend wird anhand der gängigsten Nutzungsrichtungen in der Schaf- und Ziegenhaltung auf die Lautäußerungen der kleinen Wiederkäuer eingegangen.

Milchschafhaltung/Milchziegenhaltung

Der überwiegende Teil der Schafrassen besitzt einen saisonalen Fortpflanzungsrhythmus, indem die weiblichen Schafe mit abnehmender Lichttaglänge im Herbst in die Brunst gelangen. Die Zyklusphase dauert beim Schaf durchschnittlich 17 Tage, bei der Ziege durchschnittlich 21 Tage. Der Östrus (Brunst, Zeitabschnitt, in der das weibliche Tier begattungsbereit ist) dauert 1–2 Tage und geht bei Ziegen, neben anderen Brunstsymptomen, mit wiederholten Lautäußerungen (Meckern) als Zeichen der Paarungsbereitschaft einher (GAULY & MOORS 2009). Dieses ist jedoch von geringer Lautstärke und tritt pro Tier nur zu einem Zeitpunkt pro Jahr auf. Schafe zeigen in der Brunst kaum vermehrte Lautäußerungen.

Sexualverhalten

**Mutter-Kind-
Verhalten**

Die Geburt der Lämmer erfolgt nach einer durchschnittlichen Trächtigkeitsdauer von 150 Tagen im Frühling. Steht die Geburt unmittelbar bevor, werden die Tiere unruhiger und zeigen vermehrte Lautäußerungen (GAULY & MOORS 2009, HOY 2002). Diese sind jedoch ebenfalls nur von geringer Lautstärke und treten ebenfalls nur zu einem Zeitpunkt im Jahr auf.

In milchproduzierenden Schaf- und Ziegenbetrieben werden die Lämmer meist nach der Biestmilchphase (Erstmilch) von den Muttertieren abgesetzt und künstlich – mit Eimer oder Tränkeautomaten – aufgezogen (GAULY & MOORS 2009, ÖKL 2012). Es sind verschiedene Verfahren des Absetzens möglich, die von der sofortigen Trennung der Lämmer nach der Geburt bis zum Verbleib der Lämmer über 6 Wochen bei der Mutter reichen. Die am stärksten verbreitete Variante ist der Verbleib der Lämmer für 4–6 Stunden bei der Mutter (Merkblatt Milchziegenhaltung 2008). Praktiker berichten zum Teil von Lautäußerungen der Muttertiere (insbesondere bei Schafen) in den ersten Tagen nach dem Absetzen. Im Verhalten der Muttertiere bestehen rasseabhängige Unterschiede (KÖNIG VON BORSTEL et al. 2011).

Fleischschafhaltung/Fleischziegenhaltung

Sexualverhalten

Das Sexualverhalten wurde im Kapitel Milchschaftaltung/Milchziegenhaltung eingehender beschrieben.

**Mutter-Kind-
Verhalten**

Für die Geburt gilt das in Kapitel Milchschaftaltung/Milchziegenhaltung Gesagte. In der Fleischschafhaltung werden die Lämmer häufig zwischen dem 90. und 120. Lebenstag abgesetzt. Jedoch ist auch eine Frühentwöhnung, nach einer verkürzten Säugezeit von 6–8 Wochen mit anschließender Intensivmast, in der Praxis anzutreffen (KTBL 2009). Hinsichtlich der Lautäußerungen gibt es auch hier tierindividuelle und rassespezifische Unterschiede (KÖNIG VON BORSTEL et al. 2011). Teilweise berichten Praktiker, dass kaum Lautäußerungen auftreten, während andere von vermehrten Lautäußerungen der Lämmer über 1–2 Tage nach dem Absetzen sprechen, insbesondere wenn Muttertier und Lamm sich nach der Trennung sehen können.

8.6 Pferde

**Circadianer
Rhythmus**

Ebenso wie bei Rindern wird das Verhalten von Pferden durch einen circadianen Rhythmus geprägt. Abhängig von Tageslichtlängen, Klimaverhältnissen und saisonalen Einflüssen verbringen naturnah gehaltene Pferde etwa 60–70 % der Tagesstunden mit Fressen in ständiger Bewegung, während sich das Ruheverhalten etwa 30 % und sonstige Verhaltensweisen wie das Komfortverhalten über etwa 10 % des Tages hinziehen. Durch die Domestikation des Pferdes und die überwiegende Stallhaltung in Einzelboxen sind die Zeitanteile der Verhaltensweisen teilweise erheblich verändert. Reduzierungen wurden vor allem im Futteraufnahme-, Ruhe- und Schlafverhalten sowie im Komfortverhalten verzeichnet (ZEITLER-FEICHT 2001).

Pferde sind generell sozial hoch entwickelte Herden- und Fluchttiere, die ein ausgeprägtes Sozialverhalten besitzen. Der überwiegende Teil der Kommunikation erfolgt mittels einer pferdetypischen Körpersprache – auch den Menschen

gegenüber. Dabei stehen hauptsächlich die Verständigung innerhalb der Herde sowie die Klärung der Rangordnung im Vordergrund. Pferde äußern sich akustisch nur bei bestimmter, um nicht zu sagen, bei besonderer Gemütslage: bei positiver, negativer oder sexueller Erregung (situationsabhängig). Die Lautsprache des Pferdes spielt im Gesamtkommunikationssystem eine untergeordnete Rolle.

Unabhängig vom Haltungsverfahren haben Management und Fütterung einen wesentlichen Einfluss auf die Lautäußerung von Pferden. Eine Ad-libitum-Fütterung (die Tiere können zu jeder Zeit frei über Wasser und Nahrung verfügen) entspricht dabei am ehesten den natürlichen Bedürfnissen der Tiere.

In der gegenwärtig üblichen Einzelboxenhaltung werden Pferde zwei- bis dreimal täglich rationiert mit Heu und Kraftfutter gefüttert, wobei die Verabreichung des Futters fast ausschließlich per Hand erfolgt. Durch unterschiedliche Ausprägungen der Erwartungshaltung zeigen sich kurz vor und während der Fütterung unerwünschte Verhaltensmuster sowie Lautäußerungen, die vor allem der Stressbewältigung dienen (HOHMANN et al. 2006). Bei einer zeitlich verzögerten Fütterung ist die durch Futtervorlage entstehende Wartezeit mit 30 Sekunden pro Pferd angegeben, wobei die Anzahl der gezeigten Verhaltensäußerungen mit zunehmender Wartezeit steigt (BOCKISCH et al. 2007). Dieser angegebene Wert ergibt in Multiplikation mit der Pferdezahl die Gesamtdauer der fütterungsbedingten emotionalen Phasen.

Eine erhöhte Bereitschaft zur Lautäußerung während des Tagesverlaufes ist bei einer geringen Tieranzahl (1–3 Tiere) im Stall zu verzeichnen. Lärmemissionen durch (alleine) im Stall verbleibende Pferde entstehen verstärkt nach Verlassen des Stalles sowie bei Wiederkunft von Tier und Mensch.

In weiterer Folge wird das Lautverhalten von Pferden im Zusammenhang mit unterschiedlichen Haltungs- und Nutzungsverfahren dargelegt.

Deckstation

Auf Deckstationen werden Hengste zum Bedecken von Stuten oder zur Gewinnung von Samen gehalten. Das Reproduktionsverhalten des Hengstes zeigt einen circannualen Rhythmus, das heißt, es gibt weniger ausgeprägtes Sexualverhalten zur Zeit der sexuellen Inaktivität in den Herbst- und Wintermonaten.

Die Dauer des gesamten Deckaktes wird mit 15–20 Minuten beziffert, wobei die Hengste aus Gründen der Kontinuität und der Spermaqualität 1-mal am Tag decken. Lautäußerungen treten vor allem zu Beginn des Deckaktes auf (Werbungs-Wiehern).

Zuchtbetriebe

Auf Zuchtbetrieben werden Stuten mit ihrer Nachzucht gehalten. Kurz vor der Geburt werden die Stuten in Einzelboxen untergebracht, um ein ungestörtes Abfohlen zu gewährleisten. Im Regelfall werden die Tiere nach Abschluss der Prägungsphase (30 Minuten bis 2 Tage nach Geburt) wieder in bestehende oder neu gegründete Stuten-Fohlen-Gruppen integriert.

Nahrungsaufnahmeverhalten

Sexualverhalten Das Fortpflanzungsverhalten der Stute unterliegt einem deutlichen circannualen Rhythmus, der auch unter konstanten Umweltbedingungen erhalten bleibt (NAGY et al. 2000), im Wesentlichen aber durch die Photoperiode beeinflusst wird. Der endogene Rhythmus des Reproduktionsgeschehens wird zudem durch sekundäre Zeitgeber, wie die Umgebungstemperatur und die Verfügbarkeit von Nahrung, mit der Umwelt synchronisiert (GERLACH & AURICH 2000).

Die Haupttrossezeit (Brunst) der Stute liegt im späten Frühjahr und Frühsommer, wobei das Fortpflanzungsverhalten im Wesentlichen in den Monaten April bis Juli stattfindet. Ein Geburtstermin ab April ermöglicht optimale Aufzuchtbedingungen für das Fohlen (Klima, Weide, Ernährung der Stute).

Ein Brunstzyklus dauert im Mittel 21 Tage, davon befindet sich die Stute durchschnittlich 7 Tage lang "in Rosse" und zeigt mehr oder weniger deutliche Paarungsbereitschaft. Die Trächtigkeit dauert durchschnittlich 340 (+/- 14) Tage, wobei die anschließende Fohlengeburt meist nachts, in der Zeit zwischen 21 Uhr und 3 Uhr stattfindet.

Mutter-Kind-Verhalten In der Zeit nach der Geburt werden die ersten Lautäußerungen festgestellt, unter anderem zählt hierzu das Mutter-Wiehern, welches vor allem in den ersten 3 Lebenswochen zu hören ist. Es ist der auffordernde Ruf der Mutter nach ihrem Fohlen, um es in ihrer Nähe zu halten. Dieses Lautverhalten nimmt mit der steigenden Anzahl eigener Fohlen ab.

Das Fohlen kann sich unmittelbar nach der Geburt mittels Lautgebung bemerkbar machen. Dabei entwickelt sich die Stimme erst im Laufe mehrerer Jahre voll aus.

Beim heutzutage vorherrschenden konventionellen Absetzverfahren werden die Fohlen nach durchschnittlich sechs Monaten im Spätherbst/Winter von ihrer Mutter getrennt. Dieser Prozess ist verbunden mit psychischen, körperlichen und ernährungsbedingten Belastungen. Nach dem Absetzen wird bei Fohlen im Vergleich zur Phase vor der Trennung von der Mutterstute bis zu 3 Tage lang lautes und häufiges Wiehern beobachtet (TURCOT et al. 2001), wobei es keine Unterschiede zwischen Stut- und Hengstfohlen gibt. Die Lautäußerungen können durch strukturiertes oder paarweises sowie Absetzen zu einem späteren Zeitpunkt vermindert werden.

Jungpferdeaufzucht

Die Gruppenhaltung wird in erster Linie in der Jungpferdeaufzucht praktiziert, in der Hengste bis zu einem Alter von drei Jahren vorwiegend in getrennten Altersgruppen in Laufställen aufwachsen. Junghengste, die alleine oder nur mit älteren Pferden aufwachsen, zeigen meist deutlich körperliche und vor allem soziale Defizite. Stuten entwickeln sich auch in Gruppen unterschiedlichen Alters zu gut sozialisierten Pferden. Lautäußerungen vernimmt man vor allem beim ersten Zusammentreffen der Tiere (Absetzstress, Gruppenbildung) sowie im Durchschnitt zwischen 3–7 Tagen danach, bis sich die Rangordnung etabliert hat.

Auch für die Gruppenhaltung von älteren Pferden gilt der Grundsatz, dass bei der Integration eines neuen Pferdes in eine bestehende Gruppe langsam und schrittweise vorgegangen werden muss und den Pferden genügend Platz zum Ausweichen und Laufen zu Verfügung stehen muss.

Sport- und Freizeitpferde

Ein Großteil der Sport- und Freizeitpferde wird in Einzelboxen, mit an die Box angeschlossenen Ausläufen (Paddocks), oder Auslaufmöglichkeiten im Außenbereich (Koppel etc.) gehalten. Lautäußerungen können in vielschichtiger Form auftreten: z. B. beim Verlassen oder Betreten des Stalles durch Mensch und Tier – dieses Ortungs- oder Begrüßungswiehern beschränkt sich im Durchschnitt auf maximal 5 Minuten. Bleibt ein Pferd völlig isoliert und alleine im Stall zurück, wird sich die Dauer der Lautäußerung bis zur Wiederkehr der anderen Stallbewohner hinziehen.

In Ställen mit hoher Fluktuation im Pferdestand werden akustische Laute vermehrt zu vernehmen sein. Generell relativieren sich die erhöhten Lautäußerungen im Stall nach einer Eingewöhnungszeit von 3–4 Tagen. Bei negativen Sozialkontakten mit Nachbarpferden können kurzzeitig erhöhte Werte zu vernehmen sein. Sollte dieser Umstand länger als zwei Wochen andauern, ist es ratsam, die Pferde umzustellen.

Hinsichtlich der Fütterung gibt es vor allem zu Beginn und seltener während der Fütterung vermehrt Lautäußerungen. Die notwendige Frequenz der täglichen Mahlzeiten hängt vom Nährstoffbedarf des Pferdes, seinem individuellen Verhalten und der Art der Futtermittel ab. In der Regel werden Pferde 2- bis 3-mal täglich gefüttert. Da als Abstand zwischen den einzelnen Kraftfutter-Mahlzeiten sechs bis acht Stunden optimal sind, findet das Futteraufnahmeverhalten in der Praxis im Regelfall zwischen 6 und 8 Uhr, 11–13 Uhr sowie zwischen 17 und 19 Uhr statt.

8.7 Geflügel

Studien- bzw. Datenmaterial zur Geräuscentwicklung und der Bereitschaft zur Lautäußerung von Geflügel sind bis dato kaum vorhanden. Liegen für Legehennen und Masthühner noch einige wenige gesicherte Erkenntnisse vor, so finden sich diesbezüglich für Mastputen und Mastgänse praktisch keine Unterlagen.

Das Fundament der Emissionsansätze für Geflügel (siehe Kapitel 3.4.6) bilden in erster Linie eigene Beobachtungen und Messungen in der Praxis. Diese wurden bestmöglich mit der spärlichen Datenlage verknüpft, um verlässliche Ausgangsdaten für Immissionsberechnungen zur Verfügung zu stellen.

Hühner

Hühner werden in Österreich in Legehennen-, Elterntier- oder Mastbetrieben gehalten. Während zumindest in größeren Legehennenherden üblicherweise keine Hähne gehalten werden, sind in Elterntierherden auch Hähne vorhanden. In der Hühnermast werden beide Geschlechter gemästet, männliche Masttiere erreichen jedoch bis zur Schlachtung noch nicht die Geschlechtsreife. Beide Geschlechter werden bereits im Kükenalter geschlachtet.

Hühner verfügen über ein ausgeprägtes Lautrepertoire, das nach Literaturangaben zwischen 24 und 30 verschiedene Lautäußerungen umfasst (BÄUMER 1962, COLLIAS 1987). Herden von Hühnerküken geben vor allem Kontaktlauten von sich.

Größere Herden von Legehennen äußern während der Lichtstunden im Stall als häufigsten Laut ein kontinuierliches Gackern, das zu Zeiten der Fütterung (Fütterungszeiten 5- bis 11-mal pro Tag für wenige Minuten), während der Stallkontrollen durch das Personal (in der Regel morgens und abends) oder generell bei Aufregung kurzzeitig lauter werden kann. Demgegenüber werden von Geflügel während der Nachtstunden im Normalfall keine nennenswerten Laute abgegeben; ebenso sind im Auslauf bzw. auf der Weide außerhalb des Stalles nur vereinzelt Lautäußerungen zu vernehmen. Auffliegende Herden im Stall können durch die Fluggeräusche kurzzeitige Pegelspitzen erzeugen – diese treten jedoch im Normalfall selten auf.

Geschlechtsreife Hähne äußern als bekanntesten Laut zusätzlich Krähen. Die Häufigkeit des Krähens nimmt dabei im Tagesverlauf und mit zunehmendem Alter ab, am häufigsten ist Krähen in den Morgenstunden zu vernehmen (BENOFF & SIEGEL 1977).

9 LITERATURVEZEICHNIS

9.1 Schalltechnik

- BAYLFU 154 – Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2000): Gewerbelärm – Kenndaten und Kosten für Schutzmaßnahmen. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg.
- BÜSCHER, W.; FRANKE, G.; HAIDN, B.; MÜLLER, H.J.; NIETHAMMER, F. & LEUSCHNER, P. (2004): DLG-Arbeitsunterlage. Lüftung von Schweineställen. 3. überarbeitete Fassung. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V., Frankfurt.
- DAVIES, H.; WINTERS, MACINTYRE, E.; PETERS, C.; THOM, J. & TESCHKE, K. (2005): Noise and Hearing Loss in Farming. School of Occupational & Environmental Hygiene, University of British Columbia, Vancouver.
- EVANS, J. P.; WHYTE, R. T.; PRICE, J. S.; BACON, J. M.; SEMPLE, D. A.; SCARLETT, A. J. & STAYNER, R. M. (2004): Practical solutions to noise problems in agriculture. Silsoe Research Institute, Bedford and RMS Vibration Test Laboratory, Shropshire.
- FORUM SCHALL (2011): Anleitung für die Modellbildung zur Schallimmissionsprognose nach ÖNORM ISO 9613-2:2008 und ÖNORM EN 12354-4:2001-02-01.
www.forumschall.at
- FRANKLIN, R. C.; DEPCZYNSKI, J.; CHALLINOR, K.; WILLIAMS, W. & FRAGAR, L. J. (2002): Farm Noise Hazards: Noise Emissions during Common Agricultural Activities. Australian Centre for Agricultural Health and Safety, School for Rural Health, University of Sydney, Sydney.
- HAUSLEITNER, A. & IRGANG, P. (2000): Stallklima für Schweineställe. Handbuch Stallbau und Stallklima, Landwirtschaftskammer Steiermark, Schweinegesundheitsdienst und Styriabrid, Graz.
- HENN, H.; SINAMBARI, G.R. & FALLEN, M. (2008): Ingenieurakustik. Physikalische Grundlagen und Anwendungsbeispiele. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.
- HILLIGER, H.G. (1990): Stallgebäude, Stallluft und Lüftung: Ein technisch-hygienischer Ratgeber für Tierärzte. Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- JUNKER, G. (2005): Einführung in die Raumakustik und Beschallungstechnik.
<http://gerhard.junker.info/musikwissenschaft/index.html>.
- LIPS, W. (1999): Lärmbekämpfung in der Haustechnik. Expert-Verlag, Remmingen-Malmsheim.
- LK OÖ – Landwirtschaftskammer Oberösterreich (2009): Rinder Gesetze – Planungsgrundlagen – Details – Ausführungsbeispiele, Broschüre. Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz.
- ÖAG – Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (2009): Stallklima in Rinderstallungen. ÖAG Info. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Irdning.
- SCHICK, A. (1990): Schallbewertung – Grundlagen der Lärmforschung. Springer, Berlin.
- SEDLBAUER, K. (2002): Skript zur Vorlesung Bauphysik, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen.
www.bauphysik.de/lehre/tu-muenchen-kr/1-Einfuehrung.pdf.

- WILLEMS, W.M.; SCHILD, K. & DINTER, S. (2006): Vieweg Handbuch Bauphysik – Teil 2. Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden.
- UMWELTBUNDESAMT (2008): Praxisleitfaden Gastgewerbe. Reports, Bd. REP-0157. Umweltbundesamt, Wien.
- ZENTNER, E. (2011): Beurteilung des Stallklimas in Rinderstallungen – Grundlagen und praktische Erhebungen. LFZ für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning.
www.raumberg-gumpenstein.at/c/index2.php?no_html=1&option=com_fodok&task=download&publ_id=10438
- ZIEHL-ABEGG (2007): Katalog Axialventilatoren A01. Ziehl-Abegg, Künzelsau.

9.2 Nutztierwissenschaft/Ethologie

- BÄUMER, E. (1962): Lebensart des Haushuhns, dritter Teil – über seine Laute und allgemeine Ergänzungen. Zeitschrift für Tierpsychologie 19: 394–416.
- BASSETT, L. & BUCHANAN-SMITH, H. M. (2007): Effects of predictability on the welfare of captive animals, Appl. Anim. Beh. Sci. 102: 223–245.
- BENOFF, F.H. & SIEGEL, P.B. (1977): Crowing and mating behaviours in lines of chickens selected for mating frequency. Appl. Anim. Ethol. 3: 247–254.
- BMGF – Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (2006): Handbuch zur Überprüfung der Mindestanforderungen für die Haltung von Hausgeflügel in Österreich unter Berücksichtigung der Vorgaben des Bundestierschutzgesetzes und der 1. Tierhaltungsverordnung. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Wien.
- BOCKISCH, F.; HOHMANN, T.; KREIMEIER, P. & BOHNET, W. (2007): Auswirkungen und Vergleich von automatischen und manuellen Kraftfuttermittelverteilungstechniken in Einzelboxenhaltung von Warmblutpferden. 15. Arbeitswissenschaftliches Seminar, Universität für Bodenkultur, Wien, Arbeitskreis „Arbeitswissenschaften im Landbau“, 5./6. März 2007.
- BUCHHOLTZ, Ch. (1982): Grundlagen der Verhaltensphysiologie. Verlag Vieweg.
- COLLIAS, N.E. (1987): The Vocal Repertoire of the Red Junglefowl: A Spectrographic Classification and the Code of Communication. Condor 89: 510–524.
- ENGELHARDT, W. (2010): Physiologie der Haustiere. Enke Verlag, Stuttgart. S. 83–84.
- FRASER, D. (1974): The vocalization and other behavior of growing pigs in an “open field” test, Applied Animal Ethology, 1 (1): 3–16.
- GAULY, M. & MOORS, E. (2009): Verhalten von Schafen und Ziegen. In: Hoy, St. (2009): Nutztierethologie. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- GERLACH, T. & AURICH, J.E. (2000): Regulation of seasonal reproductive activity in the stallion, ram and hamster. Anim Reprod Sci 58: 197–213.
- GRAUVOGL, A. (1958): Über das Verhalten des Hausschweines unter besonderer Berücksichtigung des Fortpflanzungsverhaltens. Inaugural-Dissertation. Freie Universität, Berlin.

- HALEY, D.B.; BAILEY, D.W. & STOOKEY, J.M. (2005): The effects of weaning beef calves in two stages on their behavior and growth rate. *Journal of Animal Science* 83: 2205–2214.
- HALL, S.J.G.; VINCE, M.A.; SHILLITO-WALSER, E. & GARSON, P.J. (1988): Vocalisations of the chillingham cattle. *Behaviour* 104: 78–104.
- HOFMANN, M. (2011): Vokalisation und Lokomotion von Saugferkeln im Open Field. Inaugural-Dissertation, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik, Justus-Liebig-Universität Gießen, VVB Lauferweiler Verlag, Gießen.
- HOHMANN, T.; KREIMEIER, P.; BOCKISCH, F. & BOHNET, W. (2006): Auswirkungen verschiedener Kraftfuttermitteltechnologien bei Pferden in Einzelboxenhaltung. *LANDTECHNIK* 5/2006: 270–271.
- HOY, St. (2002): Tiergerechte Haltung von Schafen. In: Methling, W. & Unselm, J.: Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Parey Buchverlag, Berlin.
- HOY, St. (2009): Verhalten der Schweine. In: Hoy, St. (2009): Nutztierethologie. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- IMFELD-MUELLER, S.; WEZEMAEL, L.V.; STAUFFACHER, M.; GYGAX, L. & HILLMANN, E. (2011): Do pigs distinguish between situations of different emotional valences during anticipation? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131: 86–93.
- KILEY, M. (1972): The vocalizations of ungulates, their causation and function. *Z. Tierpsychologie* 31: 171–222.
- KOPP, H. (2006): Was ist Pferdesprache?
<http://www.pferdesprache.de/pferdesprache.htm>.
- KÖNIG VON BORSTEL, U.; MOORS, E.; SCHICHOWSKI, C. & GAULY, M. (2011): Breed differences in maternal behaviour in relation to lamb (*Ovis orientalis aries*) productivity. *Livestock Science*, Volume 137, Issue 1-3, May 2011, p. 42–48.
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V (2009): Fleischschafhaltung. Produktionsverfahren planen und kalkulieren. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.
- LIEBENBERG, O.; POLTEN, S. & PORZIG, E. (1977): Untersuchungen von akustischen Reizen in ihrem stimulierenden Einfluss auf die Lokomotion von Rindern. 1. Mitt.: Syntax von Kälber- und Bullenlauten. *Arch. Tierz.* 20: 357–365.
- MANTEUFFEL, G.; PUPPE, B. & SCHÖN, P.C. (2004): Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88: 163–182.
- MARCHANT-FORDE, J.N.; MARCHANT-FORDE, R.M. & WEARY, D.M. (2002): Responses of dairy cows and calves to each other's vocalisation after early separation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 78: 19–28.
- MARX, G.; HORN, T.; THIELEBEIN, J.; KNUBEL, B. & V. BORELL, E. (2003): Analysis of pain-related vocalisation in young pigs. *Journal of Sound and Vibration* 266: 687–698.
- MERKBLATT MILCHZIEGENHALTUNG (2008): Milchziegenhaltung am Biobetrieb. Ein Managementleitfaden für Einsteiger und Ziegenprofis. Bioland, KÖN, Bio Austria, FiBL.
- MONTY, R. (2002): Die Sprache der Pferde – Die Monty-Roberts-Methode des JOIN-UP. Bergisch-Gladbach, Verlag Lübbe.

- MORRIS, D. (2001): Horsecatching- Körpersprache des Pferdes, München, Verlag Heyne.
- NAGY, P., D. GUILLAUME & DAELS, P. (2000): Seasonality in mares. *Anim Reprod Sci* 60–61: 245–262.
- ÖKL – Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (2012): Stallbau für die Biotierhaltung – Schafe. Landtechnische Schriftenreihe 234. ÖKL, Wien.
- PUPPE, B.; SCHÖN, P.C.; TUCHSCHERER, A. & MANTEUFFEL, G. (2005): Castration-induced vocalisation in domestic pigs *Sus scrofa*: Complex and specific alterations of the vocal quality, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 95: 67–78.
- RAI, F. (1998): Auch wir haben Gefühle – Das emotionale Verhalten der Pferde. Verlag Nessos.
- SAMBRAUS, H.H.; SCHÖN, H. & HAIDN, B. (2002): Tiergerechte Haltung von Rindern. In: Methling, W. & Unselt, J.: Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Parey Buchverlag, Berlin.
- SCHÄFER, M. (1993): Die Sprache des Pferdes. Verlag Kosmos.
- SCHLEMM-POELLEIN, P. (2009): Fohlen richtig absetzen. *Kavallo – das Schweizer Pferdemaßazin*, September 2009.
- SCHLOETH, R. (1961): Das Sozialleben des Camargue-Rindes. *Z. f. Tierpsychologie* 18: 574–627.
- SCHÖN, P.C.; PUPPE, B. & MANTEUFFEL, G. (2004): Automated recording of stress vocalizations as a tool to document impaired welfare in pigs, *Animal Welfare* 13: 105–110.
- SCHÖN, P.C.; HÄMEL, K.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; KANITZ, W. & MANTEUFFEL, G. (2006a): Untersuchungen zur Veränderung der Vokalisationshäufigkeit während der Brunst beim Milchhind. *Züchtungskunde* 78 (5): 336–344.
- SCHÖN, P.C.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A. & MANTEUFFEL, G. (2006b): Veränderungen der Vokalisation während der Kastration beim Hausschwein weisen auf Schmerzempfinden hin, *Züchtungskunde* 78 (1): 44–54.
- SIEBERT, K.; LANGBEIN, J.; SCHÖN, P.-C.; TUCHSCHERER, A. & PUPPE, B. (2011): Degree of social isolation affects behavioural and vocal responses patterns in dwarf goats (*Capra hircus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131: 53–62.
- TILGER, M. (2005): Biologische Rhythmen bei Nutztieren. Dissertation an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Donauwörth.
- TURCOT, S.; MOONS, C.; ZANELLA, A. J. (2001): Foal vocalization and stress during weaning. *J. Anim. Sci.* 79: 109
- VON BORELL, E.; VON LEMBERGEN, G. & RUDOVSKY, A. (2002): Tiergerechte Haltung von Schweinen. In: Methling, W. & Unselt, J.: Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Parey Buchverlag, Berlin.
- VON BORELL, E.; BÜNGER, B.; SCHMIDT, T. & HORN, T. (2009): Vocal-type classification as a tool to identify stress in piglets under on-farm conditions, *Anim. Welfare* 18: 407–416.

- WATTS, J. M.; STOOKEY, J. M., SCHMUTZ, S.M. & WALTZ, C.S. (2001): Variability in vocal and behavioural responses to visual isolation between full-sibling families of beef calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70: 255–273.
- WINCKLER, Ch. (2009): Verhalten der Rinder. In: Hoy, St. (2009): *Nutztierethologie*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ZEITLER-FEICHT, M.H. (2001): *Handbuch Pferdeverhalten. Ursache, Therapie und Prophylaxe von Problemverhalten*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

9.3 Weiterführende Literatur

- BOBRAN, H. W. (1990): *Handbuch der Bauphysik*. Vieweg Verlag.
- BOHNY, H. M.; BORGMANN, R.; KELLNER, K. H.; KUEHNE, R.; MUELLER, H.; VIERLING, W. & WEIGL, P. (1986): *Lärmschutz in der Praxis*. Oldenbourg Verlag, München.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011): *Leitfaden UVP für Intensivtierhaltungen*. Wien.
- FASOLD, W.; SONNTAG, E. & WINKLER, H. (1987): *Bau und Raumakustik*. VEB Verlag für Bauwesen.
- GÜNTER, B. C.; HANSEN K. H. & VEIT, I. (1989): *Technische Akustik – Ausgewählte Kapitel (Band 18)*. Expert Verlag.
- HOHMANN R. & SETZER M. J. (1997): *Bauphysikalische Formeln und Tabellen*. Werner Verlag.
- KIND, F. (1999): *Lärmrecht, Rechtsgrundlagen zum österreichischen Lärmschutz*. Manz Verlag.
- LIPS, W. (1989a): *Lärmbekämpfung in der Haustechnik (Band 594)*. Expert Verlag.
- LIPS, W. (1989b): *Strömungsakustik in der Praxis (Band 474)*. Expert Verlag.
- LOHMEYER, G. (1992): *Praktische Bauphysik*. B.G. Teubner, Stuttgart.
- MOOSBAUER, H. & SCHREINER, F. (1994): *Betriebslärm und Nachbarschaftsschutz, Recht und Technik*. Orac Verlag.
- HECKEL, M. & MÜLLER, H. (1994): *Taschenbuch der Technischen Akustik*. Springer Verlag, Berlin.
- RECKNAGEL, H.; SPRENGER, E. & HÖNMANN, W. (1990/91): *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik*. R. Oldenbourg Verlag, München-Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2009): *Mikrozensus Umweltbedingungen 2007*. Statistik Austria, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT BERLIN (1994): *Handbuch der Lärminderungspläne. Berichte 7/94*, Umweltbundesamt Berlin. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Rechtsnormen und Leitlinien

- BGBI. II Nr. 485/2004: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen (1. Tierhaltungsverordnung).
- RL 2009/63/EG, 2009-07-13: Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates über bestimmte Bestandteile und Merkmale von land- oder forstwirtschaftlichen Zugmaschinen auf Rädern.
- ÖAL-RL Nr. 3 Blatt 1, 2008-03-01: Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich. Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, Wien.
- ÖNORM B 8115-3, 2005-11-01: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau – Teil 3: Raumakustik.
- ÖNORM EN 12354-4, 2001-02-01: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie.
- ÖNORM EN 12354-6, 2004-06-01: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 6: Schallabsorption in Räumen.
- ÖNORM EN ISO 354, 2003-11-01: Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen.
- ÖNORM EN ISO 3746, 1996-05-01: Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene.
- ÖNORM EN ISO 3747, 2011-03-01: Akustik – Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Verfahren der Genauigkeitsklassen 2 und 3 zur Anwendung in situ in einer halligen Umgebung.
- ÖNORM ISO 717-1: Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung (ISO 717-1:1996 + A1:2006), 2006.
- ÖNORM ISO 9613-2, 2008-01-01: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2 Allgemeines Berechnungsverfahren.
- ÖNORM EN ISO 14163, 1999-04-01: Akustik – Leitlinien für den Schallschutz durch Schalldämpfer.
- VDI 3733, 1996-07: Geräusche bei Rohrleitungen – Technische Regel.

10 ÜBERSICHT DER FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN

Zeichen	Bedeutung	Einheit
A	A-Bewertung	
A	äquivalente Schallabsorptionsfläche	m ²
A _{div}	Dämpfung infolge Pegelminderung mit der Entfernung	dB
α	mittlerer Schallabsorptionsgrad	
α_i	Schallabsorptionsgrad der i-ten Teilfläche	
α_m	mittlerer Schallabsorptionsgrad im eingerichteten Raum	
$\alpha_{m,B}$	mittlerer Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen	
$\alpha_{m,Stall}$	mittlerer Schallabsorptionsgrad eines "typischen" Stalles	
C _d	Diffusitätsterm	dB
ΔL	Schallpegelminderung	dB
ΔL_ϕ	Richtwirkungskorrektur	dB
L _i	mittlerer Schalldruckpegel im Inneren eines Raumes	dB
L _W	Schallleistungspegel	dB
L _{W,A}	A-bewerteter Schallleistungspegel	dB
L _{W,A} (Arbeitsvorgang)	A-bewerteter Schallleistungspegel für Arbeitsvorgänge eines Traktors	dB
L _{W',1h}	längenbezogener Schallleistungspegel für eine Fahrbewegung pro Stunde	dB
L _{WA',1h}	A-bewerteter längenbezogener Schallleistungspegel für eine Fahrbewegung pro Stunde	dB
L _{WA',1h} (Vorbeifahrt)	A-bewerteter längenbezogener Schallleistungspegel für eine Fahrbewegung eines Traktors pro Stunde	dB
L _{WA,r}	ermittelter A-bewerteter Schallleistungspegel (Emissionsansatz) unter Berücksichtigung des Beurteilungszeitraumes, der Betriebszeiten, der Dämmwirkung von Bauteilen, ...	dB
L _{WA',r}	ermittelter A-bewerteter längenbezogener Schallleistungspegel (Emissionsansatz) unter Berücksichtigung des Beurteilungszeitraumes, der Anzahl der Fahrbewegungen, ...	dB
L _{WA'',r}	ermittelter A-bewerteter flächenbezogener Schallleistungspegel (Emissionsansatz) unter Berücksichtigung des Beurteilungszeitraumes, der Einsatzzeit, der Größe der Bearbeitungsfläche, ...	dB
L _{W,1 Legehenne,LI}	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Legehenne im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB
L _{W,1 Legehenne,LI,norm}	auf 0 dB A-bewertet normiertes Referenzspektrum für 1 Legehenne im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB

Zeichen	Bedeutung	Einheit
$L_{W,1}$ Mastgans,LI	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Mastgans im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB
$L_{W,1}$ Mastgans,LI,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Mastgans im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB
$L_{W,1}$ Masthuhn,LI	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Masthuhn im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB
$L_{W,1}$ Masthuhn,LI,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Masthuhn im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB
$L_{W,1}$ Mastpute,LI	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Mastpute im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB
$L_{W,1}$ Mastpute,LI,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Mastpute im Beurteilungszeitraum <i>Lichtphase</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-SpDe,TA	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Sportpferde und Deckstation im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-SpDe,TA,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Sportpferde und Deckstation im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-SpDe,N	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Sportpferde und Deckstation im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-SpDe,N,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Sportpferde und Deckstation im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-ZuJu,TA	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Zuchtbetrieb und Jungpferdeaufzucht im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-ZuJu,TA,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Zuchtbetrieb und Jungpferdeaufzucht im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-ZuJu,N	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Zuchtbetrieb und Jungpferdeaufzucht im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1}$ Pferd-ZuJu,N,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Pferd der Nutzungsrichtungen (bzw. der Teilbereiche) Zuchtbetrieb und Jungpferdeaufzucht im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1}$ Rind,TA	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Rind im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1}$ Rind,TA,norm	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Rind im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1}$ Rind,N	gewichteter Schalleistungspegel für 1 Rind im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB

Zeichen	Bedeutung	Einheit
$L_{W,1 \text{ Rind},N,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Rind im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schaf},TA}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schaf im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schaf},TA,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Schaf im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schaf},N}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schaf im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schaf},N,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Schaf im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Ma},TA}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Mast im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Ma},TA,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Mast im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Ma},N}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Mast im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Ma},N,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Mast im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Zu},TA}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Zucht im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Zu},TA,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Zucht im Beurteilungszeitraum <i>Tag & Abend</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Zu},N}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Zucht im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Zu},N,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Zucht im Beurteilungszeitraum <i>Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Ma},Früh}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Mast bei Arbeitsbeginn vor 06.00 Uhr (gemäß Kapitel 3.4.9)	dB
$L_{W,1 \text{ Schwein-Zu},Früh}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Schwein der Nutzungsrichtung Zucht bei Arbeitsbeginn vor 06.00 Uhr (gemäß Kapitel 3.4.9)	dB
$L_{W,1 \text{ Ziege},TAN}$	gewichteter Schallleistungspegel für 1 Ziege im Beurteilungszeitraum <i>Tag, Abend & Nacht</i>	dB
$L_{W,1 \text{ Ziege},TAN,norm}$	auf 0 dB A-bewertetes normiertes Referenzspektrum für 1 Ziege im Beurteilungszeitraum <i>Tag, Abend & Nacht</i>	dB
$L_{WA,Rech,Mastgans}$	Rechenwert des maximalen A-bewerteten Schallleistungspegels, nicht abhängig von der Anzahl der Mastgänse	dB
$L_{WA,Rech,Pferd}$	Rechenwert des maximalen A-bewerteten Schallleistungspegels, nicht abhängig von der Anzahl der Pferde	dB
$L_{WA,Rech,Rind}$	Rechenwert des maximalen A-bewerteten Schallleistungspegels, nicht abhängig von der Anzahl der Rinder	dB

Zeichen	Bedeutung	Einheit
$L_{WA,Rech,Schaf}$	Rechenwert des maximalen A-bewerteten Schallleistungspegels, nicht abhängig von der Anzahl der Schafe	dB
$L_{WA,Rech,Schwein}$	Rechenwert des maximalen A-bewerteten Schallleistungspegels, nicht abhängig von der Anzahl der Schweine	dB
$L_{WA,Rech,Ziege}$	Rechenwert des maximalen A-bewerteten Schallleistungspegels, nicht abhängig von der Anzahl der Ziegen	dB
$L_{w\phi}$	abgestrahlte Schallleistung der Außenwand in Richtung ϕ	dB
R	Schalldämmmaß eines Bauteils	dB
R_W	bewertetes Schalldämmmaß eines Bauteils	dB
RR	Rosa Rauschen	
σ	Standardabweichung	
S	Fläche des schallabstrahlenden Bauteils	m^2
S_0	Bezugsfläche 1 m^2	m^2
S_i	i-te Teilfläche der Raumbegrenzungsflächen	m^2
S_V	Gesamtoberfläche des Raumes (Wände, Decke, Boden)	m^2
T	Nachhallzeit	s
t_1	Zeitdauer t_1	h
t_2	Zeitdauer t_2	h
V	Raumvolumen	m^3
Z	Bewertungsfunktion der linearen Pegel über den angegebenen Oktavbandbereich	

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Der Praxisleitfaden Schalltechnik hilft bei der Planung von landwirtschaftlichen Betrieben und leistet einen Beitrag zur einheitlichen Beurteilung von Lärmimmissionen in Genehmigungsverfahren.

Die beschriebenen Emissionsmodellierungen ermöglichen es, die Schallimmissionen landwirtschaftlicher Betriebe zu ermitteln. Der Leitfaden bietet einen Überblick über die erforderlichen Daten und repräsentative Emissionen von landwirtschaftlichen Fahrzeugen, Geräten und Nutztiergruppen (Rinder, Schweine, Hühner, Puten, Gänse, Pferde, Schafe und Ziegen). Zum besseren Verständnis werden Hintergrundinformationen zu Raumakustik, zur Ermittlung des Stallinnenpegels, zum Einfluss der Richtwirkung auf die Schallabstrahlung, zu Lüftungssystemen und zu tierischen Schallemissionen dargelegt. Konkrete Beispiele veranschaulichen die Verwendung des Leitfadens.